

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Institut dopravy**

**Ověření dynamických a statických charakteristik automobilů**

**Examination of Dynamic and Static Vehicle Characteristics**

**Student:**

**Bc. Rostislav Kolek**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Ing. Michal Richtář**

**Ostrava 2010**

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Rostislav Kolek**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie  
Specializace: 20 Silniční doprava  
Téma: **Ověření dynamických a statických charakteristik automobilů**  
**Examination of Dynamic and Static Vehicle Characteristics**

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je sestavení metodiky ověření dynamických a statických charakteristik automobilů, porovnání norem pro stanovení korekcí a následně vlastní experimentální měření na válcové výkonové zkušebně. Výsledky měření budou podrobeny statistickému vyhodnocení.

### Osnova diplomové práce:

1. Úvod
2. Sestavení metodiky zkoušek
3. Kontinuální měření výkonu motoru, výkonu na kolech
4. Konstantní hnací síla
5. Simulace jízdy, jízdní cykly
6. Závěry a doporučení

### Seznam doporučené odborné literatury:

Matějka, R. Vozidla silniční dopravy I, Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7  
Matějka, R. Vozidla silniční dopravy II, Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7  
Svoboda, J.. Teorie dopravních prostředků, ČVUT Praha, 2000, ISBN 80-01-01613-7

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Richtář**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



---

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



---

prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
*děkan fakulty*

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

Bc. Rostislav Kolek

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....

.....  
Bc. Rostislav Kolek

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Rostislav Kolek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Čujkovova 2725/48  
700 30 Ostrava - Zábřeh

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

KOLEK, R. *Ověření dynamických a statických charakteristik automobilů : diplomová práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2010, 103 s. Vedoucí práce: Richtář, M.

Diplomová práce se zabývá ověřením dynamických a statických charakteristik automobilů. V úvodu se zabývá problematikou měření na válcových zkušebnách výkonu motorů silničních vozidel. Následně je popsáno vytvoření metodiky zkoušení na válcové zkušební stanici MAHA LPS 2000. Další část je zaměřena na zhodnocení výsledků kontinuálního měření výkonů motorů testovaných vozidel. Ve čtvrtém bodě hodnotí výsledky měření konstantní hnací síly měřených vozidel. Další kapitola je věnována výsledkům simulace jízdy a jízdních cyklů. Závěrem uvádí přínos vytvořené metodiky měření a jejich výsledků.

## **ANNOTATION OF MASTER THESIS**

KOLEK, R. *Examination of Dynamic and Static Vehicle Characteristics : Master Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2010, 103 p. Thesis head: Richtář, M.

The graduation thesis is concerned with examination of dynamic and static characteristics of motor cars. At the beginning, it deals with a question of measuring road vehicle engines' power in cylinder test-rooms. Then, creation of a testing procedure in MAHA LPS 2000 cylinder testing station is described. The next part is focused on an analysis of results of continuous measurements of the tested vehicle engines' power. In the fourth article, it evaluates the results of measurements of the tested vehicles' constant driving power. The next section is focused on results of driving and driving cycles' simulation. At the end, there are gains of this procedure of measurement and its results mentioned.

# Obsah

	strana
Seznam použitých značek a symbolů.....	10
1. Úvod.....	11
2. Sestavení metodiky zkoušek .....	13
2.1 Válcová zkušební stanice funkcí a výkonu MAHA LPS 2000 .....	13
2.1.1 Dálkové ovládání .....	14
2.1.2 Tiskárna.....	14
2.1.3 Box rozhraní .....	15
2.1.4 Snímač otáček motoru .....	16
2.1.5 Sada válců.....	17
2.1.6 Nároky na umístění.....	18
2.1.7 Struktura programu.....	18
2.2 Základní podmínky měření .....	18
2.3 Metodika měření a vyhodnocení kontinuálního měření výkonu motoru, výkonu na kolech .....	19
2.3.1 Metodika měření .....	20
2.3.2 Korekce výsledků kontinuálního měření výkonu dle norem a směrnic....	21
2.3.2.1 Korekce dle normy DIN 70020 .....	22
2.3.2.2 Korekce dle směrnice ECE-R 85 .....	22
2.3.2.3 Korekce dle směrnice 80/1269/EHS .....	23
2.3.2.4 Korekce dle normy ISO 1585.....	23
2.3.3 Metodika vyhodnocení naměřených dat.....	24
2.3.3.1 Výkon a točivý moment motoru.....	24
2.3.3.2 Porovnání korigovaných výkonů motorů dle norem a směrnic .....	28
2.3.3.3 Porovnání korekcí výkonů motorů.....	30
2.4 Metodika měření a vyhodnocení konstantní hnací síly.....	32
2.5 Metodika simulace jízdy, jízdních cyklů a její vyhodnocení .....	34
3. Kontinuální měření výkonu motoru, výkonu na kolech.....	36
3.1 Popis měřených vozidel.....	36
3.1.1 Hyundai i30 1,6i.....	37
3.1.2 Ford Focus kombi 1,6i 2000.....	38
3.1.3 Ford Focus kombi 1,6i 2006.....	39
3.1.4 Peugeot 206 1,1i.....	40
3.1.5 Peugeot 206 SW 1,4i.....	41
3.1.6 Peugeot 1007 1,4i.....	42
3.2 Porovnání výkonů motorů.....	43

3.2.1	Hyundai i30 1,6i.....	43
3.2.2	Ford Focus kombi 1,6i 2000.....	45
3.2.3	Ford Focus kombi 1,6i 2006.....	48
3.2.4	Peugeot 206 1,1i.....	50
3.2.5	Peugeot 206 SW 1,4i.....	53
3.2.6	Peugeot 1007 1,4i.....	56
3.3	Porovnání korigovaných výkonů motorů dle norem a směnic .....	58
3.3.1	Hyundai i30 1,6i.....	59
3.3.2	Ford Focus kombi 1,6i 2000.....	60
3.3.3	Ford Focus kombi 1,6i 2006.....	62
3.3.4	Peugeot 206 1,1i.....	63
3.3.5	Peugeot 206 SW 1,4i.....	64
3.3.6	Peugeot 1007 1,4i.....	66
3.4	Porovnání korekcí výkonů motorů.....	67
3.4.1	Korekce dle normy DIN 70020 .....	67
3.4.2	Korekce dle směrnice 80/1269/EHS .....	68
3.4.3	Korekce dle směrnice ECE-R 85 .....	69
3.4.4	Korekce dle normy ISO 1585 .....	70
3.5	Porovnání točivých momentů motorů.....	71
3.5.1	Hyundai i30 1,6i.....	72
3.5.2	Ford Focus kombi 1,6i 2000.....	73
3.5.3	Ford Focus kombi 1,6i 2006.....	75
3.5.4	Peugeot 206 1,1i.....	76
3.5.5	Peugeot 206 SW 1,4i.....	78
3.5.6	Peugeot 1007 1,4i.....	79
4.	Konstantní hnací síla .....	81
4.1	Hyundai i30 1,6i.....	81
4.2	Ford Focus kombi 1,6i 2000 .....	82
4.3	Ford Focus kombi 1,6i 2006 .....	84
4.4	Peugeot 206 1,1i .....	85
4.5	Peugeot 206 SW 1,4i.....	87
4.6	Peugeot 1007 1,4i .....	88
5.	Simulace jízdy, jízdní cykly .....	90
5.1	Hyundai i30 1,6i.....	90
5.2	Ford Focus kombi 1,6i 2000 .....	91
5.3	Ford Focus kombi 1,6i 2006 .....	93
5.4	Peugeot 206 1,1i .....	94
5.5	Peugeot 206 SW 1,4 i.....	95



5.6	Peugeot 1007 1,4i .....	97
6.	Závěry a doporučení.....	99
7.	Seznam použité literatury .....	102
8.	Seznam příloh .....	103

## Seznam použitých značek a symbolů

ABS	protiblokovací systém brzd (Anti-lock Brake System)
DIN	zkratka normy (Deutsches Institut für Normung)
DMI	dolní mez intervalu
DO	dálkové ovládání
ECE-R	zkratka směrnice (Economic Commission for Europe - Regulation)
EHS	zkratka směrnice (Evropské Hospodářské Společenství)
$f$	součinitel odporu valení
HMI	horní mez intervalu
ISO	zkratka normy (International Organisation for Standardization)
$M$	točivý moment motoru
$O_f$	odpor valení
$O_v$	odpor vzduchu
$P$	naměřený výkon motoru
$P_{kor}$	korigovaný výkon motoru
$u_A$	standardní nejistota typu A
$u_B$	standardní nejistota typu B
$u_C$	kombinovaná standardní nejistota
$\alpha$	korekční součinitel pro přepočet výkonu motoru
$\beta$	úhel stoupání

## 1. Úvod

Údaje o statických a dynamických vlastnostech automobilů charakterizují každé vozidlo. Mezi tyto vlastnosti patří zejména průběh výkonu a točivého momentu motoru.

Tyto veličiny mechanického charakteru se zjišťují z rotačního pohybu částí motoru a vychází ze známého vztahu, kde výkon je součinem točivého momentu motoru a úhlové rychlosti přepočtené z otáček motoru. Principem stanovení výkonu je tedy měření síly v definované vzdálenosti od osy rotace a současné měření otáček. Ke zjištění velikosti síly se používají různé deformační členy, jejichž mechanická deformace se převádí na signál elektrické povahy.

Zkoušení výkonu motoru může probíhat dvěma základními metodami. Statické měření je prováděno při konstantních otáčkách motoru, který je zatížen dynamometrem. Odečítají se otáčky dynamometru a jim odpovídající hodnota točivého momentu. Z těchto hodnot se následně zjišťuje výkon motoru.

Dynamická metoda spočívá v krátkodobém zatížení motoru odporem setrvačníků během jejich roztáčení. Výkon je v tomto případě stanoven výpočtem. Točivý moment je pak dán součinem momentu setrvačnosti a úhlového zrychlení. Zásadní roli při zkoušení dynamickou metodou tedy mají momenty setrvačnosti všech roztáčejších se částí. Pokud nejsou tyto hodnoty přesně známy, má hodnota dynamicky zjišťovaného výkonu motoru pouze informativní charakter.

Dosud neexistovala jednotná metodika měření a vyhodnocení výsledků zkoušení motorů, existoval pouze návod pro provádění samotného měření. Chyběla komplexní metodika, jenž by v sobě zahrnovala podmínky pro zkoušení, typ a počet zkoušek, pokyny pro jejich provádění a vyhodnocení výsledků zkoušek. Aby tato metodika mohla vzniknout, bylo třeba se inspirovat návodem pro provádění měření. Tento návod se do určité míry odvolává na normy a směrnice, dle kterých mohou být upravena naměřená data. Tyto normy a směrnice jsou základem pro vytvoření metodiky. Metodiku lze vytvořit pouze pro daný typ zkušebny, neboť každá zkušebna má svá specifika.

Měření na válcové zkušebně s sebou nese významné pozitivum v tom, že není třeba demontovat pohonnou jednotku z vozidla. Kola vozidla pohánějí válce dynamometru, jehož elektromagnetická brzda klade rotačnímu pohybu odpor. Velikost tohoto odporu pak slouží k vyjádření výkonu, resp. točivému momentu. Ačkoli se do celého systému měření vnáší více chyb, z pohledu automobilu se jedná o objektivnější měření výkonu, který je

možné využít k pohybu vozidla. V tomto smyslu nejsou zmíněny ztráty v převodech, ale ovlivnění zástavby motoru, kdy dochází k přestupu tepla, což v případě nasávaného vzduchu motorem má negativní vliv na sání či plnění motoru, potažmo i výkon motoru. Výpočet výkonu motoru je v případě válcového dynamometru analogický s definicí výkonu, ovšem zahrnuje specifika válcové zkušebny. Pro přepočet výkonu na motor je třeba znát ztrátový výkon zmařený valivými odpory zkušebny i zkoušeného vozidla. Tyto ztráty lze určit z doběhu zkoušky nebo protáčením kol vozidla zkušebnou v případě aktivních typů brzd. Výkon motoru je vypočítán z točivého momentu pomocí snímače otáček motoru externím modulem. Válcové zkušebny, vhodné jako alternativa k přesnému zjištění výkonových parametrů, by měly mít určité vlastnosti. Průměr válce by měl být výrazně větší než průměr hnacího kola vzhledem k potlačení negativních jevů deformace pneumatiky a přiblížení stavu jízdy po vozovce. Díky možnostem mikroprocesorové techniky došlo k výraznému zlepšení válcových dynamometrů, zejména možností nahradit mechanické vazby digitálním řízením.

I přes neustálý technický vývoj měřicí techniky pracují tato měřicí zařízení s určitou odchylkou měření. Abychom získali přesnější informace o naměřených datech, je potřeba znát rozsahy a tolerance zařízení, na kterém měření provádíme. Jsou základním předpokladem pro statistické vyhodnocení naměřených dat, které doplňuje výsledky o rozptyl hodnot dle tolerancí měřicího zařízení.

Vytvoření metodiky měření a její aplikace v praxi umožní opakovatelnost zkoušení a zajistí srovnatelnost s předchozími výsledky měření. Srovnání použitých norem a směrnic nám dá informace o tom, jak tyto ovlivňují výsledky měření. Samotné provedení měření a následné vyhodnocení výsledků poskytuje informace o statických a dynamických vlastnostech vozidel a umožňuje srovnání s hodnotami udávanými výrobcí vozidel.

## 2. Sestavení metodiky zkoušek

Vzhledem k chybějící metodice zkoušek a následnému vyhodnocení jejich výsledků je potřeba její vypracování. Podkladem k jejímu vytvoření je návod pro provádění měření, jenž se v určitých bodech odvolává na níže uvedené normy a směrnice. Válcová zkušební stanice funkcí a výkonu MAHA LPS 2000, na které budu provádět testování vozidel, se pro výpočet statických a dynamických vlastností řídí dle norem DIN a ISO a směrnic EHS a ECE-R.

### 2.1 Válcová zkušební stanice funkcí a výkonu MAHA LPS 2000

Tato zkušební stanice je tvořena třemi základními prvky:

- komunikační pult s barevnou obrazovkou a počítačovou klávesnicí
- dálkové ovládání
- sada válců

Základní prvky jsou dále doplněny tímto příslušenstvím:

- ventilátor na studený vzduch, který lze napojit na komunikační pult a který lze zapnout a vypnout dálkovým ovládáním
- modul rozhraní, přes který lze připojit měřící čidla a snímače
- tiskárna DIN A4, grafická, 7 barev

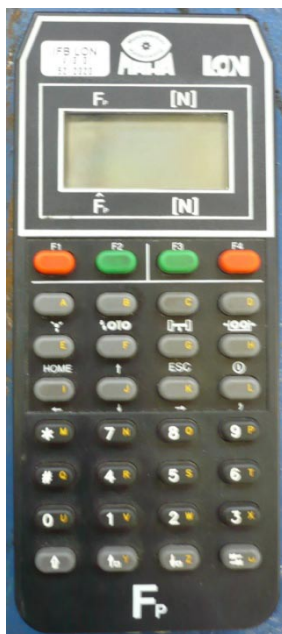


Obr. 2.1 Válcová zkušební stanice pro měření funkcí a výkonu MAHA LPS 2000

Stanice MAHA LPS 2000, na které budu provádět měření, je v provedení s označením R100/1, která umožňuje měření osobních automobilů a lehkých užitkových automobilů. Toto provedení umožňuje měřit výkony na kolech do 260 kW při maximální zkušební rychlosti až 260 km.h<sup>-1</sup>. Zátěžová simulace zkušební stanice je realizována vířivou brzdou. MAHA LPS 2000 umožňuje měření výkonu motoru se zážehovými a vznětovými motory. Je možno testovat trakci při všech rychlostech a simulovat odpor jízdy. [1]

### 2.1.1 Dálkové ovládání

Funkce programu LPS 2000 lze navolit dálkovým ovládáním. Dálkové ovládání umožňuje volbu funkcí přímo z vozidla. Přijímač infračervených signálů z dálkového ovládání je umístěn na přední straně pultu pod klávesnicí. Pomocí DO lze provádět spouštění testovacích zkoušek, ovládat příslušenství a další provozní funkce (ventilátor, příčný pneumatický práh aj.). [1]



Obr. 2.2 Dálkové ovládání zkušební stanice

### 2.1.2 Tiskárna

Jedná se o barevnou jehličkovou tiskárnu s možností vytváření kopií propisem. Tiskárna CITIZEN SWIFT 200 je přednastavena tak, že zpravidla nejsou nutné žádné úpravy nastavení. Tisk je prováděn na nekonečný papír formátu A4. Tiskárna je součástí komunikačního pultu a je opatřena krytem proti mechanickému poškození. [1]



Obr. 2.3 Tiskárna CITIZEN SWIFT 200

### 2.1.3 Box rozhraní

Do modulu rozhraní lze připojit různé externí přístroje, které jsou potřebné pro získávání dat motoru a okolních podmínek pro zkušební stanici. Je v něm zabudován tlakoměr vzduchu. Teplotní čidlo se dá pomocí svorky umístit na sání motoru a měřit přesnou teplotu nasávaného vzduchu. Tlak vzduchu je snímán měřícím boxem a slouží k výpočtu výkonu motoru dle vybraných norem a směrníc. [1]



Obr. 2.4 Box rozhraní

### 2.1.4 Snímač otáček motoru

Otáčky motoru lze zjistit různými způsoby. Při testování vozidel budu používat první dvě zmíněné metody:

- indukční kleště
- vibrační snímač
- ukazatel horní úvratě
- světelná závora

Indukční kleště snímacího obvodu slouží ke snímání signálu otáček z kabelu zapalování. Měly by být umístěny pokud možno nejbližší k zapalovací svíčce a pokud možno nejdále od nejbližšího kabelu zapalování. Kleště indukčně snímají signál vysokého napětí, který je veden k libovolnému válci. Impulsy jsou z kleští předávány do měřicího boxu a tam převáděny na signál počtu otáček. [1]

Vibrační snímač otáček je externí přístroj, který je používán v kombinaci s indukčními kleštěmi. Je vybaven vibrační sondou s magnetem, která se umísťuje vhodně na motor vozidla. Na přístroji nastavím počet válců vozidla a typ motoru (čtyřdobý, dvoudobý). Indukční kleště jsou umístěny na kabel přístroje, který převádí vibrační signál na napěťový. Přístroj je napájen ze sítě automobilu. [1]



Obr. 2.5 Vibrační snímač otáček



### 2.1.5 Sada válců

Sada válců pro LPS 2000 je k dispozici v různých vyhotoveních. Pro účely měření v této práci je použita sada válců R100/1. Jedná se o provedení s jednou elektromagnetickou brzdou pro osobní automobil nebo lehký užitkový automobil. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2.1):

Tab. 2.1 Technické parametry sady válců R100/1 [1]

Sada válců	R 100/1	Jednotky
Délka	3345	[mm]
Šířka	1100	[mm]
Výška	520	[mm]
Hmotnost včetně obalu	1400	[kg]
Zátěž os	2,5	[t]
Délka válců	750	[mm]
Stopa min.	800	[mm]
Stopa max.	2300	[mm]
Nejmenší měřitelné kolo	12“	
Průměr válců	318	[mm]
Odstup od válců	540	[mm]
Zdvíhací práh pneumatický	min. 0,8	[MPa]
Vířivá brzda	260	[kW]
Napojení na síť	230	[V]
Pojistka	16	[A]
Rychlost měření	max. 260	[km.h <sup>-1</sup> ]
Výkon kol	max. 260	[kW]
Hnací síla	max. 6	[kN]
Přesnost měření	±2%	



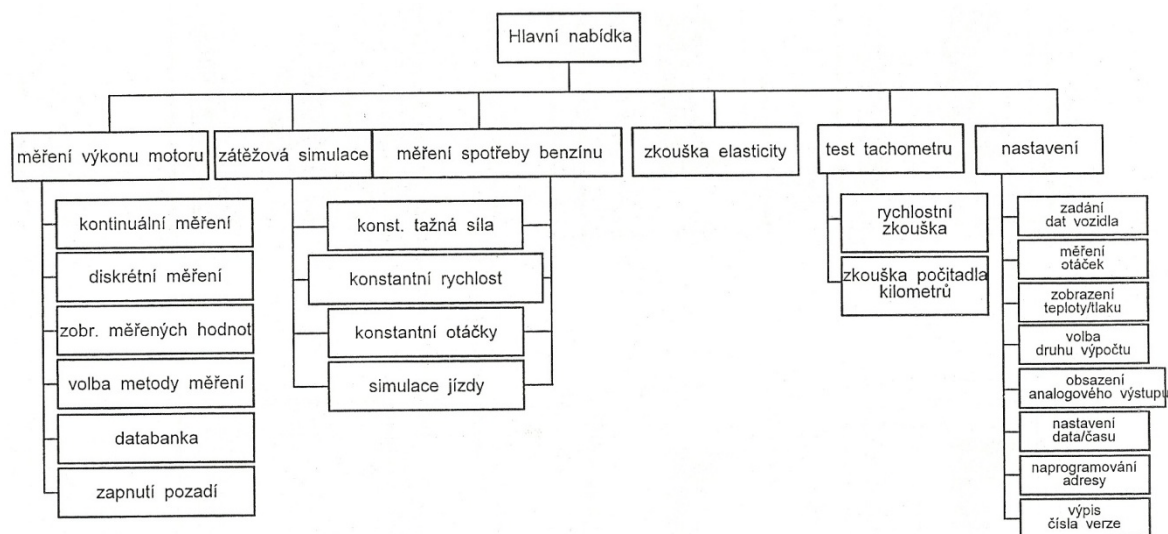
Obr. 2.6 Sada válců R100/1

### 2.1.6 Nároky na umístění

Laboratoř je umístěna v areálu dílen Střední školy dopravní v Ostravě - Vítkovicích. Místnost, ve které je zkušební stanice provozována, musí splňovat zákonná ustanovení pro pracoviště. V místnosti je vestavěno zařízení na odvod výfukových plynů s odsávací hadicí (výkon =  $3000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ). Do místnosti je přiváděn vzduch pomocí ventilátoru o průtoku cca  $3400 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Při nedostatečném průtoku je obsluha nadměrně zatěžována a měření výkonu není z důvodu nedostatečného přívodu vzduchu přesné. [1]

### 2.1.7 Struktura programu

Ovládací program zkušební stanice výkonu je orientován na nabídkové menu. Je rozdělen do několika úrovní, podle druhu testování, které zkušebna umožňuje. Data a příkazy lze zadávat klávesnicí, která je součástí komunikačního pultu nebo DO. Hlavní nabídka je rozdělena do šesti podnabídek, které lze vybrat kurzorovými klávesami a klávesou <RETURN>. Stejný postup platí pro body podnabídky. [1]



Obr. 2.7 Struktura programu válcové zkušební stanice

## 2.2 Základní podmínky měření

Automobil musí mít před začátkem měření suché pneumatiky, aby nedocházelo ke skluzu mezi zkušebními válci a pneumatikami. Má-li automobil ve výbavě stabilizační systém, je nutné ho odpojit. Automobil ustavíme na válce a pomalým protáčením kol hnací nápravy zajistíme směrovou stabilitu vozidla. Automobil zajistíme proti vyjetí ze

zkušebních válců upínacími popruhy, které provlečeme ocelovými kotvami v podlaze zkušebny a vlečným okem na automobilu. Automobil nesmí mít zabrzděná kola parkovací brzdou. Chlazení motoru je zajištěno pomocí přídavného ventilátoru, který je umístěn před přední nárazník vozidla v úrovni chladiče vozidla. Vzájemně propojíme box rozhraní a vibrační snímač otáček. Vibrační snímač otáček připojíme na kladný a záporný pól autobaterie zkoušeného automobilu. Na motor vhodně umístíme vibrační sondu. Teplota vzduchu je měřena čidlem umístěným před otvorem sacího potrubí motoru. K výfuku automobilu umístíme zařízení na odvod spalín, které odvádí spaliny mimo prostor zkušebny. Automobil je zatížen pouze řidičem. Řidič vozidla nesmí v průběhu zkoušky použít brzdovou soustavu a u vozidel s pohonem přední nápravy nesmí dojít k natočení kol. Pokud by došlo v průběhu zkoušky k chybě při měření otáček, musí se zkouška opakovat. Vozidla vybavená ABS budou v průběhu měření vykazovat na palubní desce poruchu systému. Pokud automobil disponuje klimatizací a jinými komfortními prvky výbavy, musí být tato zařízení z důvodu přesnosti měření vypnuta. V průběhu zkoušky se ve zkušebně může zdržovat pouze vyškolený personál ve vymezených prostorech. Po vyzkoušení všech funkcí, které jsou potřebné pro vykonání měření je vozidlo připraveno k provedení zkoušky. [1]

V průběhu zkoušení je nutné dodržet určité povětrnostní podmínky. Jedná se tedy o teplotu vzduchu, kdy rozdíl mezi maximální a minimální teplotou by neměl být vyšší než 5°C. Rozdíl mezi minimálním a maximálním atmosférickým tlakem by měl být maximálně 0,002 MPa. Vlhkost nasávaného vzduchu je zanedbána z důvodu nedostatečného technického vybavení. [1]

### **2.3 Metodika měření a vyhodnocení kontinuálního měření výkonu motoru, výkonu na kolech**

Účelem zkoušky je změřit výkon motoru zkoušených vozidel. Měří se výkon na kolech. Výkon ztrátový a výkon motoru společně s korigovaným výkonem jsou hodnoty vypočítané. Při měření může být zohledněna teplota nasávaného vzduchu a okolního tlaku. Výsledky měření kontinuálního výkonu mohou být ovlivněny korekcemi dle norem DIN a ISO a směrnic ECE-R a EHS, podle toho jaké provedeme nastavení před měřením. Měření lze provádět pouze v případě, jsou-li splněny atmosférické podmínky definované normami (teplota nasávaného vzduchu a okolní tlak).

### 2.3.1 Metodika měření

Vozidlo uvedeme citlivě, ale kontinuálně do chodu, až na předposlední rychlostní stupeň. Poté přidáme naplno plyn. Musíme dbát na to, abychom během řazení nepřekročili rychlost  $50 \text{ km.h}^{-1}$ , neboť jinak měření začne ještě před dosažením zkušebního rychlostního stupně. Při rychlosti  $50 \text{ km.h}^{-1}$  se uvede v činnost elektromagnetická brzda, která klade odpor při roztáčení zkušebních válců. Po dosažení maximálních otáček je nutné vymáčkout pedál spojky a počkat do zastavení zkušebních válců. Po celou dobu je nutné mít spojku vypnutou, protože zkušebna měří ztrátový výkon.

Po měření se na monitoru znázorní 4 křivky v závislosti na otáčkách motoru, přičemž:

- červená křivka znázorňuje výkon (resp. korigovaný výkon) motoru
- modrá křivka znázorňuje průběh výkonu na kolech
- zelená křivka znázorňuje průběh ztrátového výkonu
- oranžová křivka znázorňuje průběh točivého momentu

Pokud jsou brány v úvahu hodnoty tlaku a teploty vzduchu resp. pokud byly měřeny, bude výkon motoru znázorněn jako korigovaný.

Pro každé vozidlo je nutno provést 15 měření a to v tomto rozsahu:

- 3 měření bez korekcí
- 3 měření s korekcemi dle DIN 70020
- 3 měření s korekcemi dle 80/1269/EHS
- 3 měření s korekcemi dle ECE-R 85
- 3 měření s korekcemi dle ISO 1585

Ve všech případech je ve výsledku měření uvedena také hodnota nekorigovaného výkonu motoru (výkon motoru).

Počty měření jsem stanovil s ohledem na časovou náročnost zkoušení, neboť při vyšších zatíženích či déle trvajícím zatížení vozidel mohlo dojít k přehřátí a poškození jak vozidel, tak samotné zkušební stanice.

Výkon motoru je součtem výkonu kol a ztrátového výkonu. Hodnota ztrátového výkonu je zjištěna automaticky po vyřazení rychlosti. Pokud měření proběhlo podle stanoveného postupu a nedošlo k žádnému výše popsanému problému, může být použito pro vyhodnocení měřených veličin. Pro hodnocení zkoušky jsou naměřená data vytištěna.

### 2.3.2 Korekce výsledků kontinuálního měření výkonu dle norem a směrnic

Při měření kontinuálního výkonu motoru mohou být výsledky měření upraveny dle norem či směrnic. Výsledky měření výkonu na válcové zkušební stanici MAHA mohou být přepočítány dle níže zmíněných norem či směrnic, v závislosti na nastavení korekce, kterou provedeme před měřením. Ve všech případech jsou tyto korekce závislé na okolním tlaku a teplotě nasávaného vzduchu.

Všechny normy a směrnice, které jsou použity v této práci, se shodují na atmosférických podmínkách, které musí být dodrženy při zkoušení výkonů motorů vozidel. Při zkoušení musí být splněny tyto podmínky:

Teplota T:

Pro zážehové motory: 288 až 308 K (15 až 35°C) [5,6,7,8]

Tlak  $p_D$ :

80 až 110 kPa [5,6,7,8]

Pro výpočet korigovaného výkonu motoru  $P_{kor}$  se pro všechny normy a směrnice používá vztah:

$$P_{i_{kor}} = \alpha \cdot P_i [kW] \quad [5,6,7,8] \quad (2.3.1)$$

$P_{i_{kor}}$  i-tý korigovaný výkon [kW]

$\alpha$  korekční součinitel [-]

$P_i$  i-tý naměřený výkon [kW]

Níže zmíněné normy a směrnice se mezi sebou navzájem liší ve výpočtu korekčního součinitele  $\alpha$ .

Pro všech 15 naměřených nekorigovaných hodnot výkonů motoru měřeného vozidla provedu přepočet dle vztahu (2.3.1). Tyto hodnoty jsou pak dále podrobeny statistickému vyhodnocení.

### 2.3.2.1 Korekce dle normy DIN 70020

Podmínky pro zkoušení a vyhodnocení výkonů motorů jsou uvedeny v části 3 této normy – Konstrukce motorových vozidel. Tato část normy byla vydána v roce 1986.

Výpočet korekčního součinitele  $\alpha$  je dán vztahem:

$$\alpha = \left(\frac{p_0}{p_d}\right) \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{0,5} [-]$$

[5] (2.3.2)

$\alpha$	korekční součinitel [-]
$p_0$	referenční tlak $p_0 = 101,325$ [kPa]
$p_d$	atmosférický tlak [kPa]
$T$	absolutní hodnota nasávaného vzduchu motorem [K]
$T_0$	referenční teplota $T_0 = 293$ [K]

### 2.3.2.2 Korekce dle směrnice ECE-R 85

Jedná se o směrnici Evropského společenství, která upravuje jednotná ustanovení o schvalování spalovacích motorů určených k pohonu motorových vozidel kategorií M a N z hlediska měření čistého výkonu. Tato směrnice byla vydána v roce 1991.

Dle této směrnice je pak výpočet korekčního součinitele  $\alpha$  dán vztahem:

$$\alpha = \left(\frac{p_0}{p_d}\right)^{1,2} \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{0,6} [-]$$

[6,7,8] (2.3.3)

$\alpha$	korekční součinitel [-]
$p_0$	referenční tlak $p_0 = 99$ [kPa]
$p_d$	atmosférický tlak, tlak při zkoušení [kPa]
$T$	absolutní teplota nasávaného vzduchu motorem [K]
$T_0$	referenční teplota $T_0 = 298$ [K]

Korekční součinitel  $\alpha$  je platný, pouze když platí:

$$0,93 \leq \alpha \leq 1,07$$

[6,7,8] (2.3.4)

### **2.3.2.3 Korekce dle směrnice 80/1269/EHS**

Jde o směrnici Evropského hospodářského společenství o sbližování právních předpisů členských států týkajících se výkonu motorů motorových vozidel. Tato směrnice byla vydána v roce 1999 a o provádění zkoušení výkonů motorových vozidel pojednává Příloha I.

Tato směrnice se pro podmínky zkoušení vozidel odkazuje na směrnici ECE-R 85. Z toho důvodu se výpočet korekčního součinitele  $\alpha$  provádí dle vztahu (2.3.3) a rovněž musí být splněna podmínka (2.3.4).

### **2.3.2.4 Korekce dle normy ISO 1585**

Uvedená mezinárodní norma specifikuje metodu zkoušení motorů určených pro motorová vozidla. Platí pouze pro hodnocení čistého výkonu. Tato mezinárodní norma se týká spalovacích motorů používaných pro pohon osobních automobilů a jiných motorových vozidel, kromě motocyklů, mopedů a zemědělských traktorů, pro normální dopravu na pozemních komunikacích zahrnutých v jedné z následujících kategorií:

- Pístové spalovací motory (zážehové, nebo vznětové), kromě motorů s volnými písty
- Rotační pístové motory

Tyto motory mohou být atmosférické nebo přeplňované, buď mechanickým kompresorem, nebo turbokompresorem [8]. Tato norma byla vydána v roce 1992.

Tato norma se pro podmínky zkoušení vozidel odkazuje na směrnici ECE-R 85. Z toho důvodu se výpočet korekčního součinitele  $\alpha$  provádí dle vztahu (2.3.3) a rovněž musí být splněna podmínka (2.3.4).

### 2.3.3 Metodika vyhodnocení naměřených dat

Po provedení měření a korekcí výsledků je nutno tato data vyhodnotit. Abychom zjistili, jak přesná jsou zmíněná data, je zapotřebí statistického vyhodnocení. Aby bylo možno říci, jak se naměřená data liší od teoretických dat, je potřeba provést srovnání. To však sebou nese spoustu otázek jak postupovat při hodnocení, dle čeho hodnotit a co nám udávají výsledky. Tyto otázky jsou zodpovězeny v následujících podkapitolách.

#### 2.3.3.1 Výkon a točivý moment motoru

Naměřená data výkonů motorů a točivých momentů motorů jsou podkladem pro statistické vyhodnocení. Vyhodnocení těchto dat spočívá ve vyjádření nejistoty měření. Nejistota měření je parametr přiřazený k výsledku měření, charakterizující rozptyl hodnot, které lze důvodně přiřazovat k měřené veličině. Jedná se o parametr charakterizující rozptyl hodnot okolo výsledné naměřené hodnoty, v němž s jistou pravděpodobností je hodnota pravá. Standardní nejistotou se označuje nejistota daná směrodatnou odchylkou veličiny, pro niž je nejistota udávána. Nejistoty měření obsahují obvykle řadu složek vyplývajících z různých zdrojů nejistot. Vyjádření přesnosti měření nejistotou měření předpokládá, že byly nejprve vyloučeny hrubé chyby a chyby systematické. Můžeme tedy říci, že byly vyloučeny odstranitelné systematické jevy. [3]

Nejistoty měření se podle způsobu vyhodnocení dělí do skupin [3]:

- standardní nejistota typu A označovaná symbolem  $u_A$
- standardní nejistota typu B označovaná symbolem  $u_B$
- kombinovaná standardní nejistota označovaná symbolem  $u_C$

**Standardní nejistota typu A** – stanovíme ji statistickým zpracováním naměřených hodnot. Nejprve se opakovaným měřením výkonu motoru  $P$ , resp. točivého momentu  $M$  a výpočtem aritmetického průměru stanoví odhad hodnoty  $\overline{P}$ , resp.  $\overline{M}$ . Aritmetický průměr výkonu motoru  $P$ , resp. točivého momentu motoru  $M$  pro  $n$  měření je dán vztahy [3]:

$$\overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} [\text{kW}] \quad [3] \quad (2.3.5)$$

$\overline{P}$  aritmetický průměr výkonu motoru [kW]



$P_i$	i-tý výkon motoru P [kW]
n	počet měření (v našem případě n = 15) [-]

$$\overline{M} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n} [Nm] \quad [3] \quad (2.3.6)$$

$\overline{M}$	aritmetický průměr točivého momentu motoru [Nm]
$M_i$	i-tý točivý moment motoru M [Nm]
n	počet měření (v našem případě n = 15) [-]

Standardní nejistota typu A  $u_A(P)$  k odhadu  $\overline{P}$ , resp.  $u_A(M)$  k odhadu  $\overline{M}$  je pak dána výběrovou směrodatnou odchylkou aritmetického průměru podle vztahu :

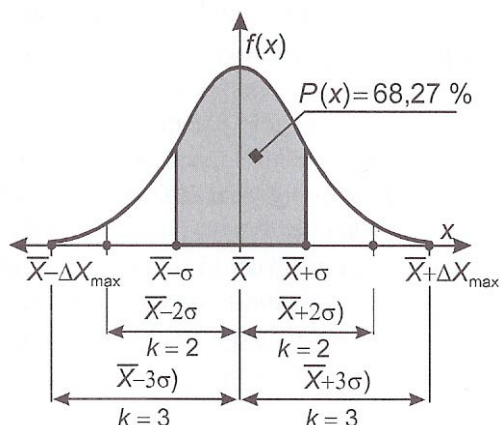
$$u_A(P) = \sigma(\overline{P}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \overline{P})^2}{(n-1)}} [kW] \quad [3] \quad (2.3.7)$$

$u_A(P)$	standardní nejistota typu A [kW]
$\sigma(\overline{P})$	rozptyl aritmetického průměru [kW]
$\overline{P}$	aritmetický průměr výkonu motoru [kW]
$P_i$	i-tý výkon motoru P [kW]
n	počet měření (v našem případě n = 15) [-]

$$u_A(M) = \sigma(\overline{M}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - \overline{M})^2}{(n-1)}} [Nm] \quad [3] \quad (2.3.8)$$

$u_A(M)$	standardní nejistota typu A [Nm]
$\sigma(M)$	rozptyl aritmetického průměru [Nm]
$\overline{M}$	aritmetický průměr točivého momentu motoru [Nm]
$M_i$	i-tý točivý moment motoru M [Nm]
n	počet měření (v našem případě n = 15) [-]

Statistické rozdělení odchylek od výběrového průměru, tj. rozptyl hodnot, odpovídá rozdělení normálnímu (Gaussovu).



Obr. 2.8 Hustota normálního rozdělení pravděpodobnosti [3]

Pro vyhodnocení dat jsem volil součinitel  $k = 1$ , tedy pravděpodobnost, že odchylka od aritmetického průměru  $\bar{P}$ , resp.  $\bar{M}$  nabude hodnoty v intervalu  $\langle +\sigma, -\sigma \rangle$ , nebo-li pro interval  $\bar{P} \pm \sigma$ , resp.  $\bar{M} \pm \sigma$  plocha vymezuje pravděpodobnost 68,27%.

Pro výpočet dolní a horní odchylky pak budou platit vztahy:

$$\text{dolní odchylka} = \bar{P} - u_A(P) \quad [\text{kW}] \quad (2.3.9)$$

$$\text{horní odchylka} = \bar{P} + u_A(P) \quad [\text{kW}] \quad (2.3.10)$$

dolní odchylka	dolní odchylka od aritmetického průměru výkonu motoru [kW]
horní odchylka	horní odchylka od aritmetického průměru výkonu motoru [kW]
$\bar{P}$	aritmetický průměr výkonu motoru [kW]
$u_A(P)$	standardní nejistota typu A [kW]

$$\text{dolní odchylka} = \bar{M} - u_A(M) \quad [\text{Nm}] \quad (2.3.11)$$

$$\text{horní odchylka} = \bar{M} + u_A(M) \quad [\text{Nm}] \quad (2.3.12)$$

dolní odchylka	dolní odchylka od aritmetického průměru točivého momentu motoru [Nm]
horní odchylka	horní odchylka od aritmetického průměru točivého momentu motoru [Nm]
$\overline{M}$	aritmetický průměr točivého momentu motoru [Nm]
$u_A(M)$	standardní nejistota typu A [Nm]

**Standardní nejistota typu B** – jedná se o nejistotu přístroje, která je daná nejistotou výsledku přímého měření veličiny mající zanedbatelnou základní nejistotu. Základní nejistota měřené veličiny je nejmenší nejistota, která může být udána při popisu měřené veličiny. [3]

Třída přesnosti přístroje je kategorie měřících přístrojů splňujících soubor specifikací týkajících se nejistoty. Třída nejistoty vždy specifikuje mezní hodnotu nejistoty přístroje za specifikovaných podmínek. Standardní nejistota typu B je dána vztahem:

$$u_B(P) = \frac{TP}{100} M \frac{1}{\sqrt{3}} [kW] \quad [3] \quad (2.3.13)$$

$u_B(P)$	standardní nejistota typu B [kW]
TP	třída přesnosti (v našem případě $\pm 2\%$ , tedy $TP = 4$ ) [-]
M	největší hodnota měřícího rozsahu (v našem případě $M = 260$ kW) [kW]

**Kombinovaná standardní nejistota** – skládá se z obou základních typů nejistot A a B a je dána vztahem:

$$u_c(P) = \sqrt{u_A^2(P) + u_B^2(P)} [kW] \quad [3] \quad (2.3.14)$$

$u_c(P)$	kombinovaná standardní nejistota [kW]
$u_A(P)$	standardní nejistota typu A [kW]
$u_B(P)$	standardní nejistota typu B [kW]

Kombinovaná standardní nejistota nám udává, v jakém rozptýlu od aritmetického průměru výkonu motoru se naměřená data nacházejí. Dolní a horní mez těchto intervalů lze spočítat dle vztahů:

$$DMI = \bar{P} - \frac{u_c(P)}{2} [kW] \quad [3] \quad (2.3.15)$$

$$HMI = \bar{P} + \frac{u_c(P)}{2} [kW] \quad [3] \quad (2.3.16)$$

DMI	dolní mez intervalu výkonu motoru [kW]
HMI	horní mez intervalu výkonu motoru [kW]
$\bar{P}$	aritmetický průměr výkonu motoru [kW]
$u_c(P)$	kombinovaná standardní nejistota [kW]

Na základě těchto výpočtů sestavím graf porovnání výkonů motoru, kdy osa y je osou výkonu motoru [kW] a osa x představuje korekce dle norem. V tomto grafu je červenou přímkou znázorněna hodnota výkonu motoru udávaná výrobcem. Každému obdélníku náleží modrá přímka znázorňující aritmetický průměr výkonu motoru [kW]. Dolní a horní hrany těchto obdélníků pak představují dolní, resp. horní mez intervalu výkonu motoru [kW]. Porovnáním těchto obdélníků pak lze určit, jak se liší naměřené hodnoty výkonů motoru resp. hodnoty výkonů motoru přepočtené dle norem od hodnoty udávané výrobcem a také jak se liší naměřené hodnoty výkonů motoru a hodnoty výkonů motoru přepočtené dle norem mezi sebou navzájem.

Pro hodnocení točivého momentu motoru je postup obdobný jako při hodnocení výkonu motoru. Rovněž sestavím graf porovnání točivého momentu motoru, kdy osa y je osou točivého momentu motoru [Nm] a osa x představuje zobrazení točivého momentu motoru. V tomto grafu je červenou přímkou znázorněna hodnota točivého momentu motoru udávaná výrobcem. Znázorněnému obdélníku náleží modrá přímka představující aritmetický průměr točivého momentu motoru [Nm]. Dolní a horní hrany tohoto obdélníku pak udávají dolní, resp. horní odchylku točivého momentu motoru [Nm]. Z tohoto grafu je patrný rozdíl mezi hodnotou točivého momentu motoru, jenž uvádí výrobce a námi naměřenými hodnotami.

### 2.3.3.2 Porovnání korigovaných výkonů motorů dle norem a směrnic

Jak bylo zmíněno v kapitole 2.3.1, pro každé vozidlo byla provedena 3 měření výkonů motoru dle norem a směrnic. Kromě korigovaného výkonu je ve výsledcích zkoušky uveden také naměřený výkon bez korekce. Aby bylo možno naměřené korigované a nekorigované hodnoty výkonů mezi sebou porovnávat, je nutné pracovat s průměrnými hodnotami těchto výsledků.

Naměřené výsledky výkonů motoru jednotlivých vozidel budou přepočítány dle těchto vztahů:

$$P_N = \frac{\sum_{i=1}^3 P_i}{3} [kW] \quad (2.3.17)$$

$P_N$  aritmetický průměr nekorigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$P_i$  i-tý nekorigovaný naměřený výkon motoru P [kW]

$$P_K = \frac{\sum_{i=1}^3 P_{iK}}{3} [kW] \quad (2.3.18)$$

$P_K$  aritmetický průměr korigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$P_{iK}$  i-tý korigovaný naměřený výkon motoru  $P_K$  [kW]

$$Rozdíl = P_K - P_N [kW] \quad (2.3.19)$$

Rozdíl rozdíl mezi aritmetickým průměrem nekorigovaného a korigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$P_K$  aritmetický průměr korigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$P_N$  aritmetický průměr nekorigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$$Rozdíl\% = \frac{P_K - P_N}{P_K} \cdot 100 [\%] \quad (2.3.20)$$

Rozdíl% rozdíl mezi aritmetickým průměrem nekorigovaného a korigovaného naměřeného výkonu motoru [%]

$P_K$  aritmetický průměr korigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$P_N$  aritmetický průměr nekorigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

Takto budou přepočítány naměřené hodnoty výkonů zvlášť pro každé vozidlo a každou normu, resp. směrnici.

Z vypočtených hodnot  $P_N$  a  $P_K$  pro každé vozidlo sestavím graf výkonů motoru dle norem a směrnic, ze kterého budou patrné rozdíly mezi výkony motoru s a bez použití korekcí. Vypočtené hodnoty dle vztahů (2.3.17) až (2.3.20) budou uvedeny v tabulce, ze které budou evidentní konkrétně číselně vyjádřené rozdíly mezi hodnotami výkonů s a bez použití korekcí. Zároveň bude možno vyznačovat jak použití korekce dle příslušné normy či směrnice ovlivňuje naměřený nekorigovaný výkon vozidla.

### 2.3.3.3 Porovnání korekcí výkonů motorů

V kapitole 2.3.1 je uvedeno, že při každém měření vozidla jsou měřeny také korigované výkony motoru. V kapitole 2.3.2 je uvedeno, že všechny naměřené nekorigované výkony vozidla se přepočítávají dle vztahů uvedených v daných normách a směrnicích. Pro tyto korigované naměřené a vypočtené hodnoty výkonů musí existovat srovnání, aby bylo možno říci, jestli se naměřené a vypočtené korigované výkony mezi sebou liší, případně jak velký je jejich rozdíl. Srovnání bude provedeno pro každou normu, resp. směrnici a v rámci každé této normy či směrnice budou zahrnuty výsledky všech měřených vozidel.

Porovnání bude prováděno dle výpočtů vycházejících z těchto vztahů:

$$P_K = \frac{\sum_{i=1}^3 P_{iK}}{3} [kW] \quad (2.3.18)$$

$P_K$  aritmetický průměr korigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$P_{iK}$  i-tý korigovaný naměřený výkon motoru  $P_K$  [kW]

$$P_{KV} = \frac{\sum_{i=1}^3 P_{iKV}}{3} [kW] \quad (2.3.21)$$

$P_{KV}$  aritmetický průměr korigovaného vypočteného výkonu motoru [kW]

$P_{iKV}$  i-tý korigovaný vypočtený výkon motoru  $P_{KV}$  [kW]

$$Rozdíl = P_{KV} - P_K [kW] \quad (2.3.22)$$

Rozdíl	rozdíl mezi aritmetickým průměrem korigovaného vypočteného a naměřeného výkonu motoru [kW]
$P_{KV}$	aritmetický průměr korigovaného vypočteného výkonu motoru [kW]
$P_K$	aritmetický průměr korigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$$Rozdíl\% = \frac{P_{KV} - P_K}{P_K} \cdot 100 [\%] \quad (2.3.23)$$

Rozdíl%	rozdíl mezi aritmetickým průměrem korigovaného vypočteného a naměřeného výkonu motoru [%]
$P_K$	aritmetický průměr korigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]
$P_N$	aritmetický průměr nekorigovaného naměřeného výkonu motoru [kW]

$$Celkový\_Rozdíl\% = \frac{\sum_{i=1}^n Rozdíl\%_i}{n} [\%] \quad (2.3.24)$$

Celkový_Rozdíl%	celkový rozdíl mezi korigovaným vypočteným a naměřeným výkonem motoru [%]
$Rozdíl\%_i$	i-tý rozdíl mezi aritmetickým průměrem korigovaného vypočteného a naměřeného výkonu motoru [%]
n	počet měřených vozidel (v našem případě n=6) [-]

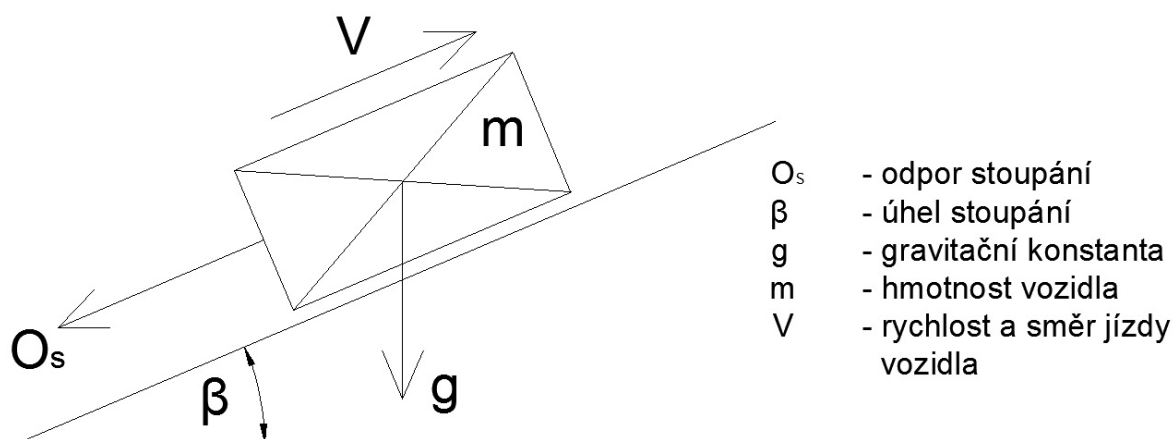
Takto budou přepočítány korigované hodnoty výkonů zvlášť pro každou normu, resp. směrnici.

Z výpočtových vztahů uvedených v této kapitole sestavím tabulku, ze které budou evidentní rozdíly mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami korigovaných výkonů motorů všech zkoušených vozidel. Celkový rozdíl potom udává o kolik procent se liší naměřené a vypočtené hodnotami korigovaných výkonů motorů.

## 2.4 Metodika měření a vyhodnocení konstantní hnací síly

Cílem tohoto zkoušení je změřit výkon motoru zkoušených vozidel při jízdě do konstantního stoupání. Úhel stoupání  $\alpha$  reprezentuje vypočtená síla  $F_{st}$ , která závisí také na druhu a velikosti zkoušeného vozidla. Sílu  $F_{st}$  před začátkem měření zadáme do počítače. Přednastavená síla způsobí, že vířivá brzda je okamžitě účinná a nastavená hnací síla zůstane konstantní pro celé měření. Čím větší je hodnota zadané tažné síly, tím větší si lze představit úhel stoupání  $\alpha$ . V našem případě provádíme simulaci do stoupání o sklonech  $\alpha = 5, 10$  a  $15^\circ$ . Toto stoupání lze s vozidlem simulovat při libovolných rychlostních stupních a rychlostech.

Vozidlo uvedeme do chodu na požadovanou rychlost a na obrazovce se zobrazí skutečná hodnota výkonu motoru. Tu si zapíšeme a zvýšíme rychlost na další požadovanou hodnotu. Takto celý postup opakujeme až do dovršení nejvyšší požadované rychlosti. Potom testování končí.



Obr. 2.9 Schéma pohybu vozidla po nakloněné rovině

Před zahájením měření je nutno pro každé zkoušené vozidlo vypočítat hodnoty odporů stoupání pro všechny měřené sklony. Tyto hodnoty je pak nutno zadat do počítače válcové zkušební stanice MAHA, která bude při měření prostřednictvím válců tyto odpory simulovat.

Výpočet je prováděn dle těchto vzorců:

$$O_s = m \cdot g \cdot \sin \beta \text{ [N]}$$

[2] (2.4.1)



$$P_A = \frac{O_s \cdot V}{3600} [kW]$$

[2] (2.4.2)

$O_s$	odpor stoupání [N]
$m$	hmotnost vozidla [kg]
$g$	gravitační konstanta = 9,81 [m.s <sup>-2</sup> ]
$\beta$	úhel stoupání [°]
$P_A$	vypočtený výkon motoru [kW]
$V$	rychlost jízdy [km.h <sup>-1</sup> ]

$$\Delta P = P_B - P_A [kW]$$

(2.4.3)

$\Delta P$	rozdíl výkonů motoru [kW]
$P_A$	vypočtený výkon motoru [kW]
$P_B$	naměřený výkon motoru [kW]

$$\Delta P = \left( \frac{P_B}{P_A} - 1 \right) \cdot 100 [\%]$$

(2.4.4)

$\Delta P$	rozdíl výkonů motoru [%]
$P_A$	vypočtený výkon motoru [kW]
$P_B$	naměřený výkon motoru [kW]

Sestavím tabulku, ve které budou pro každé stoupání a rychlost jízdy uvedeny vypočtené hodnoty odporů stoupání, vypočtené hodnoty výkonů motoru a naměřené hodnoty výkonu motoru. V tabulce uvedu také rozdíly mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami v kW a v procentech dle vzorců (2.4.3) a (2.4.4). Sestavím graf naměřených hodnot výkonů motoru. Z tohoto grafu budou dobře patrné hodnoty výkonů motoru potřebné pro jízdu do daného stoupání danou rychlostí.

Na základě těchto výsledků je možno konstatovat, jestli se teoretické výkony, jež byly vypočteny, shodují s naměřenými výkony, případně do jaké míry se liší. Bude také možno říci jakou nejvyšší rychlostí je dané vozidlo schopno jet do daného stoupání, případně jestli se vozidlo do daného stoupání vůbec rozjede.

## 2.5 Metodika simulace jízdy, jízdních cyklů a její vyhodnocení

Tento provozní režim umožňuje měření výkonu motoru zkoušeného vozidla při simulované jízdě vozidla po rovině bez protivětru. Simulací jízdy se rozumí zohlednění hmotnosti vozidla, odporu vzduchu, odporu valení a rychlosti jízdy. Pro testování jednoho vozidla se hodnota hmotnosti vozidla nemění. Mění se pouze hodnota odporů vzduchu a valení v závislosti na rychlosti, při níž je vozidlo testováno. Tyto hodnoty před měřením zadáme do počítače, který je vyhodnotí a upraví nastavení vířivé brzdy pro simulaci jízdy danou rychlostí. V našem případě provádíme simulaci jízdy při rychlostech 30, 50, 70, 90, 110 a 130 km.h<sup>-1</sup>.

Vozidlo uvedeme do chodu na požadovanou rychlost a na obrazovce se zobrazí skutečná hodnota výkonu motoru. Tuto hodnotu zaznamenejme a zastavíme vozidlo. Do počítače zadáme nové hodnoty pro simulaci jízdy danou rychlostí a celý postup opakujeme, než provedeme všechna měření. Pak simulace končí.

Před zahájením měření je nutno pro každé zkoušené vozidlo vypočítat hodnoty odporů vzduchu a valení. Tyto hodnoty je pak nutno zadat do počítače válcové zkušební stanice MAHA, která bude při měření prostřednictvím válců tyto odpory simulovat.

Výpočet je prováděn dle těchto vzorců:

$$O_v = 134,1 \cdot \frac{p}{273 + t} \cdot c_x \cdot S \cdot V^2 [N]$$

[2] (2.5.1)

$O_v$	odpor vzduchu [N]
$p$	tlak okolního vzduchu [MPa]
$t$	teplota nasávaného vzduchu [°C]
$c_x$	koeficient odporu vzduchu [-]
$S$	čelní plocha vozidla [m <sup>2</sup> ]
$V$	rychlost jízdy [km.h <sup>-1</sup> ]

$$O_f = m \cdot g \cdot f [N]$$

[2] (2.5.2)

$$f = 0,015 \cdot [1 + 0,0065 \cdot (V - 50)] [-]$$

[2] (2.5.3)

$O_f$	odpor valení [N]
$m$	hmotnost vozidla [kg]
$g$	gravitační konstanta = 9,81 [m.s <sup>-2</sup> ]

f	součinitel odporu valení [-]
V	rychlost jízdy [km.h <sup>-1</sup> ]

$$P_A = \frac{(O_f + O_v) \cdot V}{3600} [kW]$$

[2] (2.5.4)

P <sub>A</sub>	vypočtený výkon motoru [kW]
O <sub>f</sub>	odpor valení [N]
O <sub>v</sub>	odpor vzduchu [N]
V	rychlost jízdy [km.h <sup>-1</sup> ]

$$\Delta P = P_B - P_A [kW]$$

(2.5.5)

ΔP	rozdíl výkonů motoru [kW]
P <sub>A</sub>	vypočtený výkon motoru [kW]
P <sub>B</sub>	naměřený výkon motoru [kW]

$$\Delta P = \left( \frac{P_B}{P_A} - 1 \right) \cdot 100 [\%]$$

(2.5.6)

ΔP	rozdíl výkonů motoru [%]
P <sub>A</sub>	vypočtený výkon motoru [kW]
P <sub>B</sub>	naměřený výkon motoru [kW]

Sestavím tabulku, do které uvedu výsledky těchto výpočtů a výsledky měření pro všechny rychlosti jízdy, při které bylo měření prováděno. V tabulce uvedu také rozdíly mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami v kW a v procentech dle vzorců (2.5.5) a (2.5.6). Sestavím graf naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru. Z tohoto grafu budou dobře patrné rozdíly mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami.

Na základě těchto výsledků je možno konstatovat, jestli se teoretické výkony, jež byly vypočteny, shodují s naměřenými výkony, případně do jaké míry se liší a jestli se v případě minimálních odchylek dají považovat výsledky za shodné.

### **3. Kontinuální měření výkonu motoru, výkonu na kolech**

Při kontinuálním měření výkonu motoru byl zjišťován maximální výkon motoru a maximální točivý moment motoru. Měření a vyhodnocení dat jsem prováděl dle metodiky popsané v kapitole 2.3. Součástí tohoto bodu je srovnání vybraných norem a směrnic, jež ovlivňují naměřené výkony motorů a je zde popsán jejich vliv na naměřený výkon motoru. Hodnoty pro vyhodnocení dat byly získány měřením na válcové zkušební stanici MAHA LPS 2000.

#### **3.1 Popis měřených vozidel**

K měření bylo k dispozici celkem 6 osobních vozidel. Z toho 3 osobní vozidla tovární značky Peugeot, dvě vozidla tovární značky Ford a jedno vozidlo tovární značky Hyundai. Vozidla Peugeot byla zapůjčena z autopůjčovny, vozidlo Hyundai je používáno pro výukové účely Střední školy dopravní v Ostravě - Vítkovicích a vozidla Ford jsou používána soukromými osobami pro běžný provoz. Všechna vozidla používají k pohonu zážehový motor. Hnací nápravou všech testovaných vozidel byla náprava přední. Jedná se o typy vozidel, jež jsou běžně provozovány na pozemních komunikacích.

### 3.1.1 Hyundai i30 1,6i



Obr. 3.1.1 Hyundai i30 1,6i

Tab. 3.1.1 Technické parametry vozidla Hyundai i30 1,6i dle výrobce

Typ motoru	-	zážehový
Zdvihový objem motoru	cm <sup>3</sup>	1591
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	16
Výkon motoru P	kW	93
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	6200
Točivý moment M	Nm	157
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	4200
Stav tachometru	km	120
Pohotovostní hmotnost m	kg	1318
Počet převodových stupňů	-	5 + 1
Rok výroby	-	2008
Součinitel odporu vzduchu c <sub>x</sub>	-	0,329
Výška	m	1,48
Šířka	m	1,775
Čelní obdélník	m <sup>2</sup>	2,627
Čelní plocha S <sub>x</sub>	m <sup>2</sup>	2,09
Rozměr pneumatik	185/65 R15	
Poloměr kola r	m	0,3018
Datum měření	-	1.4.2010

### 3.1.2 Ford Focus kombi 1,6i 2000



Obr. 3.1.2 Ford Focus kombi 1,6i 2000

Tab. 3.1.2 Technické parametry vozidla Ford Focus kombi 1,6i 2000 dle výrobce

Typ motoru	-	zážehový
Zdvihový objem motoru	cm <sup>-3</sup>	1596
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	16
Výkon motoru P	kW	74
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	6000
Točivý moment M	Nm	145
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	4000
Stav tachometru	km	110450
Pohotovostní hmotnost m	kg	1118
Počet převodových stupňů	-	5 + 1
Rok výroby	-	2000
Součinitel odporu vzduchu c <sub>x</sub>	-	0,32
Výška	m	1,516
Šířka	m	1,702
Čelní obdélník	m <sup>2</sup>	2,580
Čelní plocha S <sub>x</sub>	m <sup>2</sup>	2,09
Rozměr pneumatik	185/65 R14	
Poloměr kola r	m	0,2898
Datum měření	-	9.4.2010

### 3.1.3 Ford Focus kombi 1,6i 2006



Obr. 3.1.3 Ford Focus kombi 1,6i 2006

Tab. 3.1.3 Technické parametry vozidla Ford Focus kombi 1,6i 2006 dle výrobce

Typ motoru	-	zážehový
Zdvihový objem motoru	cm <sup>-3</sup>	1596
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	16
Výkon motoru P	kW	74
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	6000
Točivý moment M	Nm	150
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	4000
Stav tachometru	km	62010
Pohotovostní hmotnost m	kg	1277
Počet převodových stupňů	-	5 + 1
Rok výroby	-	2006
Součinitel odporu vzduchu c <sub>x</sub>	-	0,316
Výška	m	1,501
Šířka	m	1,84
Čelní obdélník	m <sup>2</sup>	2,762
Čelní plocha S <sub>x</sub>	m <sup>2</sup>	2,28
Rozměr pneumatik	195/65 R15	
Poloměr kola r	m	0,3081
Datum měření	-	19.5.2010



### 3.1.4 Peugeot 206 1,1i



Obr. 3.1.4 Peugeot 206 1,1i

Tab. 3.1.4 Technické parametry vozidla Peugeot 206 1,1i dle výrobce

Typ motoru	-	zážehový
Zdvihový objem motoru	cm <sup>-3</sup>	1124
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	8
Výkon motoru P	kW	44,1
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	5500
Točivý moment M	Nm	94
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	3500
Stav tachometru	km	41039
Pohotovostní hmotnost m	kg	1020
Počet převodových stupňů	-	5 + 1
Rok výroby	-	2005
Součinitel odporu vzduchu c <sub>x</sub>	-	0,335
Výška	m	1,432
Šířka	m	1,652
Čelní obdélník	m <sup>2</sup>	2,366
Čelní plocha S <sub>x</sub>	m <sup>2</sup>	1,98
Rozměr pneumatik	175/65 R14	
Poloměr kola r	m	0,2834
Datum měření	-	10.5.2010



### 3.1.5 Peugeot 206 SW 1,4i



Obr. 3.1.5 Peugeot 206 SW 1,4i

Tab. 3.1.5 Technické parametry vozidla Peugeot 206 SW 1,4i dle výrobce

Typ motoru	-	zážehový
Zdvihový objem motoru	cm <sup>-3</sup>	1360
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	8
Výkon motoru P	kW	55
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	5500
Točivý moment M	Nm	111
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	3400
Stav tachometru	km	77375
Pohotovostní hmotnost m	kg	1065
Počet převodových stupňů	-	5 + 1
Rok výroby	-	2005
Součinitel odporu vzduchu c <sub>x</sub>	-	0,324
Výška	m	1,46
Šířka	m	1,652
Čelní obdélník	m <sup>2</sup>	2,412
Čelní plocha S <sub>x</sub>	m <sup>2</sup>	2,01
Rozměr pneumatik	175/65 R14	
Poloměr kola r	m	0,2834
Datum měření	-	10.5.2010

### 3.1.6 Peugeot 1007 1,4i



Obr. 3.1.6 Peugeot 1007 SW 1,4i

Tab. 3.1.6 Technické parametry vozidla Peugeot 1007 SW 1,4i dle výrobce

Typ motoru	-	zážehový
Zdvihový objem motoru	cm <sup>-3</sup>	1360
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	8
Výkon motoru P	kW	54
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	5400
Točivý moment M	Nm	118
při otáčkách	min <sup>-1</sup>	3400
Stav tachometru	km	19992
Pohotovostní hmotnost m	kg	1260
Počet převodových stupňů	-	5 + 1
Rok výroby	-	2006
Součinitel odporu vzduchu c <sub>x</sub>	-	0,3
Výška	m	1,61
Šířka	m	1,662
Čelní obdélník	m <sup>2</sup>	2,676
Čelní plocha S <sub>x</sub>	m <sup>2</sup>	2,37
Rozměr pneumatik	185/60 R15	
Poloměr kola r	m	0,2946
Datum měření	-	11.5.2010

### 3.2 Porovnání výkonů motorů

Naměřené hodnoty výkonů motorů, jež byly získány měřením na válcové zkušebně MAHA jsem podrobil statistickému vyhodnocení dle metodiky uvedené v kapitole 2.3.3. Naměřené hodnoty výkonů motorů jsem dále přepočítal dle vztahů uvedených v kapitole 2.3.2 a rovněž jsem je podrobil statistickému vyhodnocení dle metodiky uvedené v kapitole 2.3.3. Pro hodnocení výsledků měření jsou pak podstatné hodnoty aritmetických průměrů, dolní a horní meze intervalů výkonů motorů a výkony motorů udávané výrobcí vozidel. Výsledky jsem zapracoval do tabulek naměřených a vypočtených hodnot výkonů motorů. Výsledky statistického vyhodnocení jsem následně zapracoval do grafu porovnání výkonů motorů.

Z těchto tabulek a grafů jsou pak patrné rozdíly mezi naměřenými, resp. přepočtenými hodnotami a hodnotami udávanými výrobcí vozidel. Provedl jsem také srovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motorů dle norem a směrnic mezi sebou. Toto srovnání jsem provedl pro všechna měřená vozidla.

#### 3.2.1 Hyundai i30 1,6i

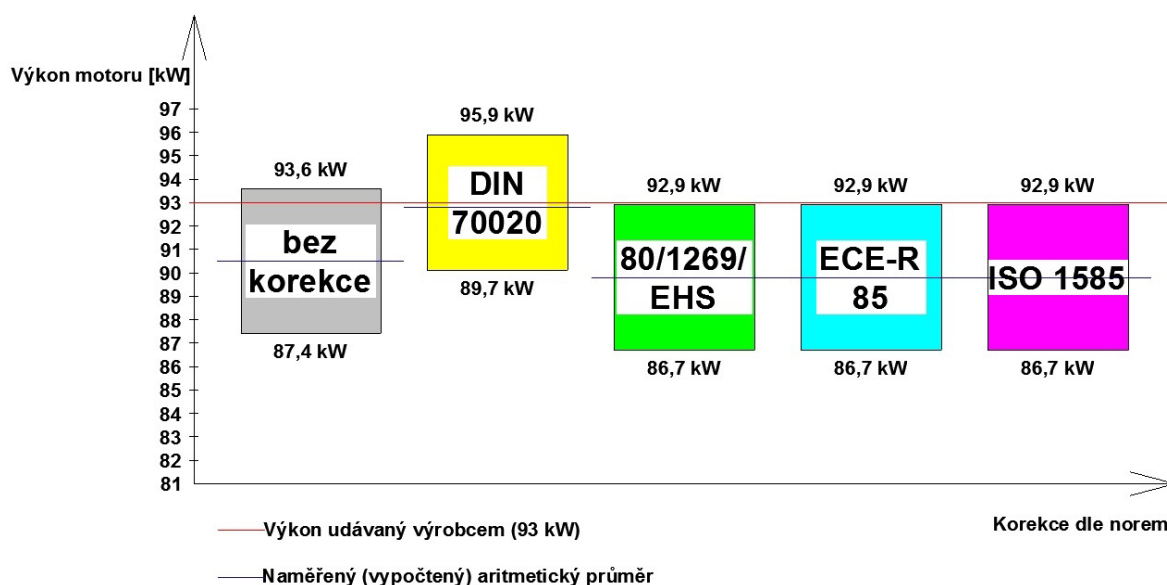
Tabulku (Tab. 3.2.1) tvoří naměřené hodnoty výkonů motoru vozidla Hyundai i30 na válcové zkušebně MAHA, jež jsou uvedeny ve sloupci bez korekce. Ve sloupci s označením DIN 70020 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.2) a (2.3.1). Ve sloupci s označením 80/1269/EHS jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ECE-R 85 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ISO 1585 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Všechny tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.5), (2.3.7), (2.3.9), (2.3.10) a (2.3.13) až (2.3.16). Byl tak proveden výpočet standardních nejistot typu A a B a kombinované standardní nejistoty, tzv. standardní nejistoty typu C, ty jsou společně s dalšími důležitými hodnotami zvýrazněny žlutě. Ze statistického vyhodnocení dat jsou nejpodstatnější aritmetický průměr a dolní a horní mez intervalu, důležitým údajem je rovněž výkon motoru udávaný výrobcem. Uvedené důležité hodnoty jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Tyto hodnoty jsou klíčové při hodnocení výsledků měření. V tabulce jsou uvedeny také atmosférické podmínky, při kterých bylo měření prováděno.

Tab. 3.2.1 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Hyundai i30 1,6i

<b>Výkon dle výrobce [kW]</b>	<b>93</b>				
Teplota [K] / [°C]	293 / 20				
Atmosférický tlak [kPa]	98,8				
	Výkon [kW]				
	Norma / Směrnice				
Číslo měření	bez korekce	DIN 70020	80/1269/EHS	ECE-R 85	ISO 1585
1	90	92,30	89,31	89,31	89,31
2	91	93,33	90,30	90,30	90,30
3	87,5	89,74	86,83	86,83	86,83
4	90,5	92,81	89,80	89,80	89,80
5	89,5	91,79	88,81	88,81	88,81
6	91,5	93,84	90,80	90,80	90,80
7	93,5	95,89	92,78	92,78	92,78
8	89	91,27	88,32	88,32	88,32
9	90	92,30	89,31	89,31	89,31
10	93	95,38	92,28	92,28	92,28
11	91	93,33	90,30	90,30	90,30
12	91,5	93,84	90,80	90,80	90,80
13	91	93,33	90,30	90,30	90,30
14	89	91,27	88,32	88,32	88,32
15	89	91,27	88,32	88,32	88,32
<b>aritmetický průměr</b>	<b>90,47</b>	<b>92,78</b>	<b>89,77</b>	<b>89,77</b>	<b>89,77</b>
<b>uA</b>	<b>1,59</b>	<b>1,63</b>	<b>1,57</b>	<b>1,57</b>	<b>1,57</b>
dolní odchylka	88,88	91,15	88,20	88,20	88,20
horní odchylka	92,05	94,41	91,34	91,34	91,34
<b>uB</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>
<b>uC</b>	<b>6,21</b>	<b>6,22</b>	<b>6,21</b>	<b>6,21</b>	<b>6,21</b>
<b>DMI</b>	<b>87,4</b>	<b>89,7</b>	<b>86,7</b>	<b>86,7</b>	<b>86,7</b>
<b>HMI</b>	<b>93,6</b>	<b>95,9</b>	<b>92,9</b>	<b>92,9</b>	<b>92,9</b>

V grafu (Obr. 3.2.1) je znázorněno porovnání naměřených nekorigovaných výkonů motoru vozidla Hyundai i30 s přepočítanými hodnotami výkonu motoru dle norem a směrnic. Tento graf rovněž ukazuje, zda se intervaly naměřených a vypočtených hodnot výkonu motoru dle tabulky (Tab. 3.2.1) shodují s hodnotami výkonu motoru udávaných výrobcem.

# Hyundai i30



Obr. 3.2.1 Graf porovnání výkonů motoru pro Hyundai i30 1,6i

Měření bylo prováděno při teplotě 20°C a okolním tlaku 98,8 kPa. Byly tedy splněny podmínky pro měření uvedených v normách a směrnicích.

Ze statistického vyhodnocení vyplývá, že naměřený nekorigovaný výkon motoru se pohybuje v rozmezí 87,4 až 93,6 kW, průměrná hodnota výkonu motoru je 90,47 kW. Výrobce však udává hodnotu výkonu motoru 93 kW. Této hodnotě se nejvíce blíží korigovaný výkon dle normy DIN 70020, kdy je průměrná hodnota 92,78 kW. Korigované hodnoty výkonu motoru dle zbývajících směrnic EHS a ECE-R a normy ISO pak ani svou horní mezí výkonu motoru neobsáhly udávanou hodnotu výrobcem vozidla. Vypočtené korigované výkony dle těchto směrnic a normy byly v intervalu 86,7 až 92,9 kW. Naměřené a korigované průměrné hodnoty výkonu motoru jsou v porovnání s hodnotou výkonu udávanou výrobcem nižší. Rozmezí intervalů normy ISO a směrnic EHS a ECE-R je stejné z důvodu totožných vztahů pro výpočet korekčního koeficientu.

## 3.2.2 Ford Focus kombi 1,6i 2000

Tabulku (Tab. 3.2.2) tvoří naměřené hodnoty výkonů motoru vozidla Ford Focus na válcové zkušební MAHA, jež jsou uvedeny ve sloupci bez korekce. Ve sloupci s označením DIN 70020 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.2) a (2.3.1). Ve sloupci s označením 80/1269/EHS jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci

s označením ECE-R 85 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ISO 1585 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Všechny tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.5), (2.3.7), (2.3.9), (2.3.10) a (2.3.13) až (2.3.16). Byl tak proveden výpočet standardních nejistot typu A a B a kombinované standardní nejistoty, tzv. standardní nejistoty typu C, ty jsou společně s dalšími důležitými hodnotami zvýrazněny žlutě. Ze statistického vyhodnocení dat jsou nejpodstatnější aritmetický průměr a dolní a horní mez intervalu, důležitým údajem je rovněž výkon motoru udávaný výrobcem. Uvedené důležité hodnoty jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Tyto hodnoty jsou klíčové při hodnocení výsledků měření. V tabulce jsou uvedeny také atmosférické podmínky, při kterých bylo měření prováděno.

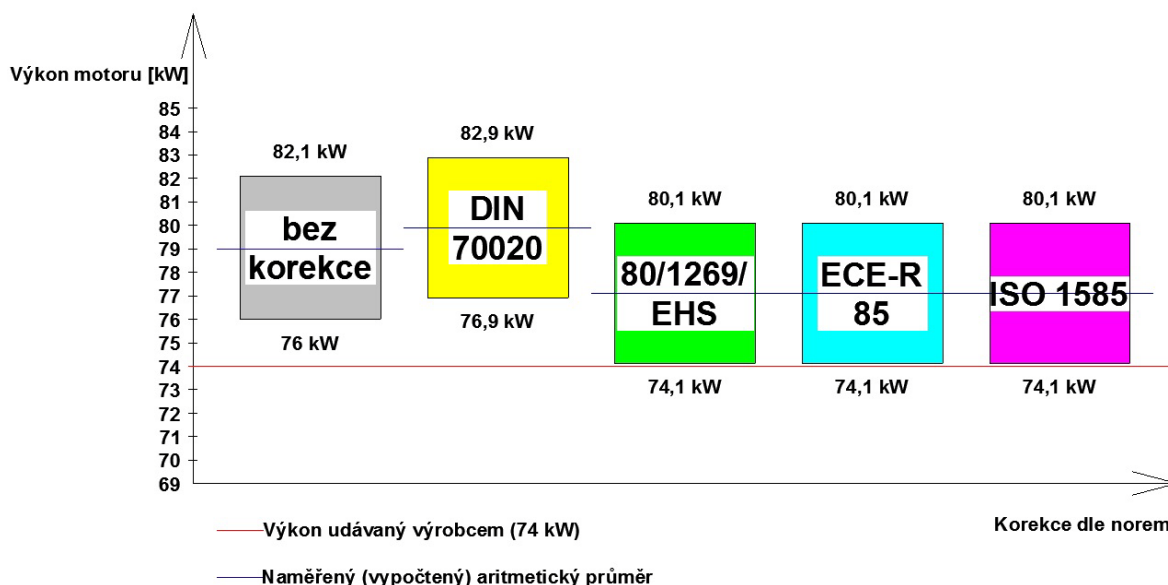
Tab. 3.2.2 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Ford Focus 2000

<b>Výkon dle výrobce [kW]</b>	<b>74</b>				
Teplota [K] / [°C]	293 / 20				
Atmosférický tlak [kPa]	100,2				
	Výkon [kW]				
	Norma / Směrnice				
Číslo měření	bez korekce	DIN 70020	80/1269/EHS	ECE-R 85	ISO 1585
1	80	80,90	78,06	78,06	78,06
2	77,5	78,37	75,62	75,62	75,62
3	80	80,90	78,06	78,06	78,06
4	79	79,89	77,08	77,08	77,08
5	80	80,90	78,06	78,06	78,06
6	79	79,89	77,08	77,08	77,08
7	79	79,89	77,08	77,08	77,08
8	79	79,89	77,08	77,08	77,08
9	78,5	79,38	76,59	76,59	76,59
10	79	79,89	77,08	77,08	77,08
11	79	79,89	77,08	77,08	77,08
12	78,5	79,38	76,59	76,59	76,59
13	79	79,89	77,08	77,08	77,08
14	79	79,89	77,08	77,08	77,08
15	79	79,89	77,08	77,08	77,08
<b>aritmetický průměr</b>	<b>79,03</b>	<b>79,92</b>	<b>77,11</b>	<b>77,11</b>	<b>77,11</b>
<b>uA</b>	<b>0,64</b>	<b>0,65</b>	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>
dolní odchylka	78,39	79,27	76,49	76,49	76,49
horní odchylka	79,67	80,57	77,74	77,74	77,74
<b>uB</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>
<b>uC</b>	<b>6,04</b>	<b>6,04</b>	<b>6,04</b>	<b>6,04</b>	<b>6,04</b>
<b>DMI</b>	<b>76,0</b>	<b>76,9</b>	<b>74,1</b>	<b>74,1</b>	<b>74,1</b>
<b>HMI</b>	<b>82,1</b>	<b>82,9</b>	<b>80,1</b>	<b>80,1</b>	<b>80,1</b>



V grafu (Obr. 3.2.2) je znázorněno porovnání naměřených nekorigovaných výkonů motoru vozidla Ford Focus 2000 s přepočítanými hodnotami výkonu motoru dle norem a směrnic. Tento graf rovněž ukazuje, zda se intervaly naměřených a vypočtených hodnot výkonu motoru dle tabulky (Tab. 3.2.2) shodují s hodnotami výkonu motoru udávaných výrobcem.

## Ford Focus 2000



Obr. 3.2.2 Graf porovnání výkonů motoru pro Ford Focus 2000

Měření bylo prováděno při teplotě 20°C a okolním tlaku 100,2 kPa. Byly tedy splněny podmínky pro měření uvedených v normách a směrnicích.

V případě vozidla Ford Focus 2000 je naměřený nekorigovaný výkon i všechny korigované výkony motoru vyšší než výkon 74 kW udávaný výrobcem. V případě nekorigovaného výkonu motoru se výkon motoru pohybuje v rozmezí 76 až 82,1 kW. V případě použití korekcí dle normy DIN může být naměřený výkon motoru až o 8,9 kW více, než udává výrobce. Naopak nejmenší, téměř zanedbatelný rozdíl 0,1 kW pak tvoří dolní mez korigovaného výkonu motoru v případě použití korekcí dle normy ISO a směrnic EHS a ECE-R. Naměřené a korigované průměrné hodnoty výkonu motoru jsou v porovnání s hodnotou výkonu udávanou výrobcem vyšší. Rozmezí intervalů normy ISO a směrnic EHS a ECE-R je stejné z důvodu totožných vztahů pro výpočet korekčního koeficientu.

### 3.2.3 Ford Focus kombi 1,6i 2006

Tabulku (Tab. 3.2.3) tvoří naměřené hodnoty výkonů motoru vozidla Ford Focus na válcové zkušebně MAHA, jež jsou uvedeny ve sloupci bez korekce. Ve sloupci s označením DIN 70020 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.2) a (2.3.1). Ve sloupci s označením 80/1269/EHS jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ECE-R 85 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ISO 1585 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Všechny tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.5), (2.3.7), (2.3.9), (2.3.10) a (2.3.13) až (2.3.16). Byl tak proveden výpočet standardních nejistot typu A a B a kombinované standardní nejistoty, tzv. standardní nejistoty typu C, ty jsou společně s dalšími důležitými hodnotami zvýrazněny žlutě. Ze statistického vyhodnocení dat jsou nejpodstatnější aritmetický průměr a dolní a horní mez intervalu, důležitým údajem je rovněž výkon motoru udávaný výrobcem. Uvedené důležité hodnoty jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Tyto hodnoty jsou klíčové při hodnocení výsledků měření. V tabulce jsou uvedeny také atmosférické podmínky, při kterých bylo měření prováděno.

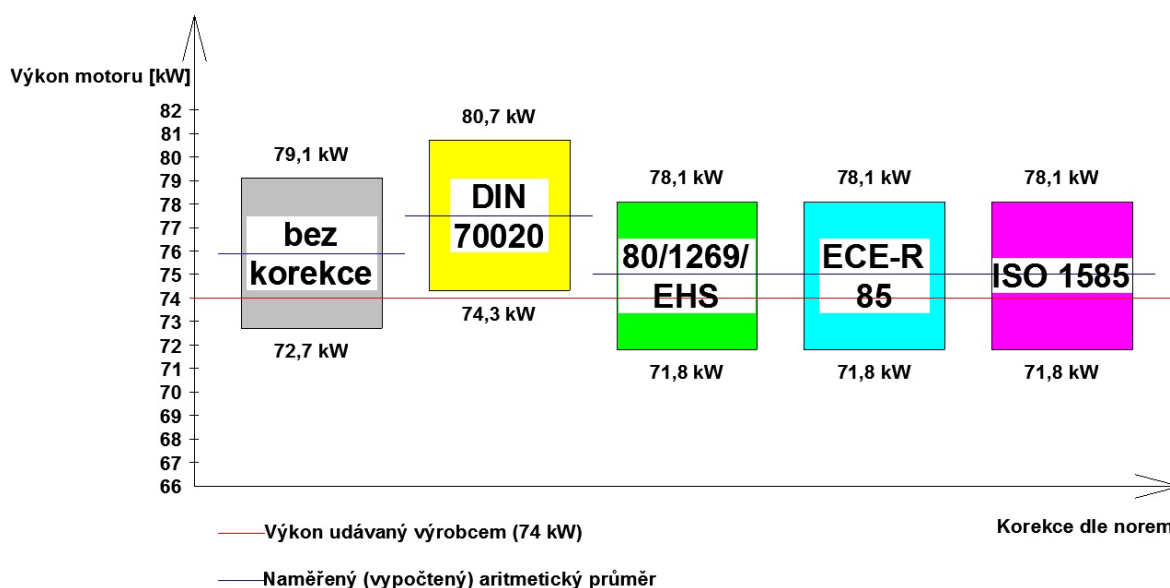


Tab. 3.2.3 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Ford Focus 2006

<b>Výkon dle výrobce [kW]</b>	<b>74</b>				
Teplota [K] / [°C]	293 / 20				
Atmosférický tlak [kPa]	99,2				
	Výkon [kW]				
	Norma / Směrnice				
Číslo měření	bez korekce	DIN 70020	80/1269/EHS	ECE-R 85	ISO 1585
1	74	75,59	73,08	73,08	73,08
2	77,5	79,16	76,53	76,53	76,53
3	76	77,63	75,05	75,05	75,05
4	71	72,52	70,11	70,11	70,11
5	72,5	74,05	71,59	71,59	71,59
6	74	75,59	73,08	73,08	73,08
7	78	79,67	77,03	77,03	77,03
8	78	79,67	77,03	77,03	77,03
9	76,5	78,14	75,54	75,54	75,54
10	77	78,65	76,04	76,04	76,04
11	77	78,65	76,04	76,04	76,04
12	77	78,65	76,04	76,04	76,04
13	76,5	78,14	75,54	75,54	75,54
14	76,5	78,14	75,54	75,54	75,54
15	77	78,65	76,04	76,04	76,04
<b>aritmetický průměr</b>	<b>75,90</b>	<b>77,53</b>	<b>74,95</b>	<b>74,95</b>	<b>74,95</b>
<b>uA</b>	<b>2,07</b>	<b>2,12</b>	<b>2,05</b>	<b>2,05</b>	<b>2,05</b>
dolní odchylka	73,83	75,41	72,91	72,91	72,91
horní odchylka	77,97	79,64	77,00	77,00	77,00
<b>uB</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>
<b>uC</b>	<b>6,35</b>	<b>6,37</b>	<b>6,34</b>	<b>6,34</b>	<b>6,34</b>
<b>DMI</b>	<b>72,7</b>	<b>74,3</b>	<b>71,8</b>	<b>71,8</b>	<b>71,8</b>
<b>HMI</b>	<b>79,1</b>	<b>80,7</b>	<b>78,1</b>	<b>78,1</b>	<b>78,1</b>

V grafu (Obr. 3.2.3) je znázorněno porovnání naměřených nekorigovaných výkonů motoru vozidla Ford Focus 2006 s přepočítanými hodnotami výkonu motoru dle norem a směrnic. Tento graf rovněž ukazuje, zda se intervaly naměřených a vypočtených hodnot výkonu motoru dle tabulky (Tab. 3.2.3) shodují s hodnotami výkonu motoru udávaných výrobcem.

# Ford Focus 2006



Obr. 3.2.3 Graf porovnání výkonů motoru pro Ford Focus 2006

Měření bylo prováděno při teplotě 20°C a okolním tlaku 99,2 kPa. Byly tedy splněny podmínky pro měření uvedených v normách a směrnících.

Všechny hodnoty aritmetických průměrů výkonů motoru byly u měřeného vozidla Ford Focus 2006 vyšší než hodnota udávaná výrobcem vozidla. Ovšem pouze korigované hodnoty výkonů dle normy DIN se v celém svém intervalu nacházely nad hodnotou udávanou výrobcem, kdy rozdíl mezi touto hodnotou a DMI je pouze 0,3 kW. V případě hodnot naměřených bez korekce byla DMI o 1,3 kW níž a HMI o 5,1 kW výše než hodnota výrobce. U zbývajících směrnic EHS a ECE-R a normy ISO se intervaly hodnot výkonů pohybovaly nejbližší výkonu udávaného výrobcem. Největší rozdíl v těchto případech tak činil 4,1 kW což je případ HMI. Rozdíl aritmetických průměrů a výkonu dle výrobce pak je 0,95 kW. Naměřené a korigované průměrné hodnoty výkonu motoru jsou v porovnání s hodnotou výkonu udávanou výrobcem vyšší. Rozmezí intervalů normy ISO a směrnic EHS a ECE-R je stejné z důvodu totožných vztahů pro výpočet korekčního koeficientu.

## 3.2.4 Peugeot 206 1,1i

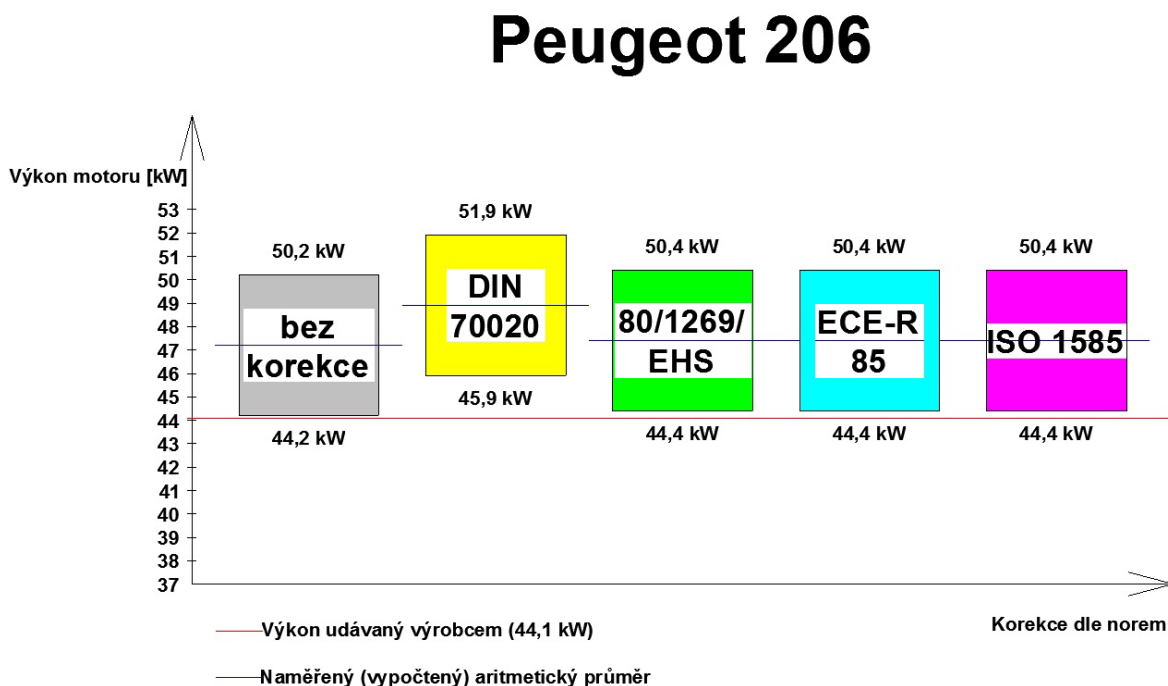
Tabulku (Tab. 3.2.4) tvoří naměřené hodnoty výkonů motoru vozidla Peugeot 206 na válcové zkušební MAHA, jež jsou uvedeny ve sloupci bez korekce. Ve sloupci s označením DIN 70020 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.2) a (2.3.1). Ve sloupci s označením 80/1269/EHS jsou uvedeny

přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ECE-R 85 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ISO 1585 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Všechny tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.5), (2.3.7), (2.3.9), (2.3.10) a (2.3.13) až (2.3.16). Byl tak proveden výpočet standardních nejistot typu A a B a kombinované standardní nejistoty, tzv. standardní nejistoty typu C, ty jsou společně s dalšími důležitými hodnotami zvýrazněny žlutě. Ze statistického vyhodnocení dat jsou nejpodstatnější aritmetický průměr a dolní a horní mez intervalu, důležitým údajem je rovněž výkon motoru udávaný výrobcem. Uvedené důležité hodnoty jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Tyto hodnoty jsou klíčové při hodnocení výsledků měření. V tabulce jsou uvedeny také atmosférické podmínky, při kterých bylo měření prováděno.

Tab. 3.2.4 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 206

<b>Výkon dle výrobce [kW]</b>	<b>44,1</b>				
Teplota [K] / [°C]	295 / 22				
Atmosférický tlak [kPa]	98,1				
	Výkon [kW]				
	Norma / Směrnice				
Číslo měření	bez korekce	DIN 70020	80/1269/EHS	ECE-R 85	ISO 1585
1	47,5	49,23	47,73	47,73	47,73
2	47,5	49,23	47,73	47,73	47,73
3	48	49,75	48,24	48,24	48,24
4	48	49,75	48,24	48,24	48,24
5	47	48,71	47,23	47,23	47,23
6	47	48,71	47,23	47,23	47,23
7	47	48,71	47,23	47,23	47,23
8	47,5	49,23	47,73	47,73	47,73
9	47,5	49,23	47,73	47,73	47,73
10	47,5	49,23	47,73	47,73	47,73
11	46,5	48,19	46,73	46,73	46,73
12	46,5	48,19	46,73	46,73	46,73
13	47	48,71	47,23	47,23	47,23
14	46,5	48,19	46,73	46,73	46,73
15	47	48,71	47,23	47,23	47,23
<b>aritmetický průměr</b>	<b>47,2</b>	<b>48,92</b>	<b>47,43</b>	<b>47,43</b>	<b>47,43</b>
<b>uA</b>	<b>0,49</b>	<b>0,51</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>
dolní odchylka	46,71	48,41	46,94	46,94	46,94
horní odchylka	47,69	49,43	47,93	47,93	47,93
<b>uB</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>
<b>uC</b>	<b>6,02</b>	<b>6,03</b>	<b>6,02</b>	<b>6,02</b>	<b>6,02</b>
<b>DMI</b>	<b>44,2</b>	<b>45,9</b>	<b>44,4</b>	<b>44,4</b>	<b>44,4</b>
<b>HMI</b>	<b>50,2</b>	<b>51,9</b>	<b>50,4</b>	<b>50,4</b>	<b>50,4</b>

V grafu (Obr. 3.2.4) je znázorněno porovnání naměřených nekorigovaných výkonů motoru vozidla Peugeot 206 s přepočítanými hodnotami výkonu motoru dle norem a směrnic. Tento graf rovněž ukazuje, zda se intervaly naměřených a vypočtených hodnot výkonu motoru dle tabulky (Tab. 3.2.4) shodují s hodnotami výkonu motoru udávaných výrobcem.



Obr. 3.2.4 Graf porovnání výkonů motoru pro Peugeot 206

Měření bylo prováděno při teplotě 22°C a okolním tlaku 98,1 kPa. Byly tedy splněny podmínky pro měření uvedených v normách a směrnicích.

Naměřené hodnoty nekorigovaného výkonu motoru se svou horní i dolní mezí nacházejí nad hodnotou výkonu motoru udávanou výrobcem, přičemž dolní mez nekorigovaného výkonu motoru 44,2 kW je jen o 0,1 kW vyšší oproti hodnotě udávané výrobcem. Podobně je tomu v případě použití korekce dle normy DIN, kdy je celý interval korigovaného výkonu motoru výše o 1,8 kW oproti intervalu bez korekce. Horní mez intervalu dle DIN má hodnotu 51,9 kW. U zbývajících korigovaných hodnot výkonů motoru dle směrnic EHS a ECE-R a normy ISO jsou pak dolní meze intervalu také nad hodnotu 44,1 kW udávanou výrobcem a mají hodnotu 44,4 kW, což činí rozdíl 0,3 kW. Všechny průměrné hodnoty, dolní a horní meze intervalů výkonů motoru jsou pak vyšší, než udává výrobce vozidla. Naměřené a korigované průměrné hodnoty výkonu motoru jsou v porovnání s hodnotou výkonu udávanou výrobcem vyšší. Rozmezí intervalů normy ISO a směrnic EHS a ECE-R je stejné z důvodu totožných vztahů pro výpočet korekčního koeficientu.

### 3.2.5 Peugeot 206 SW 1,4i

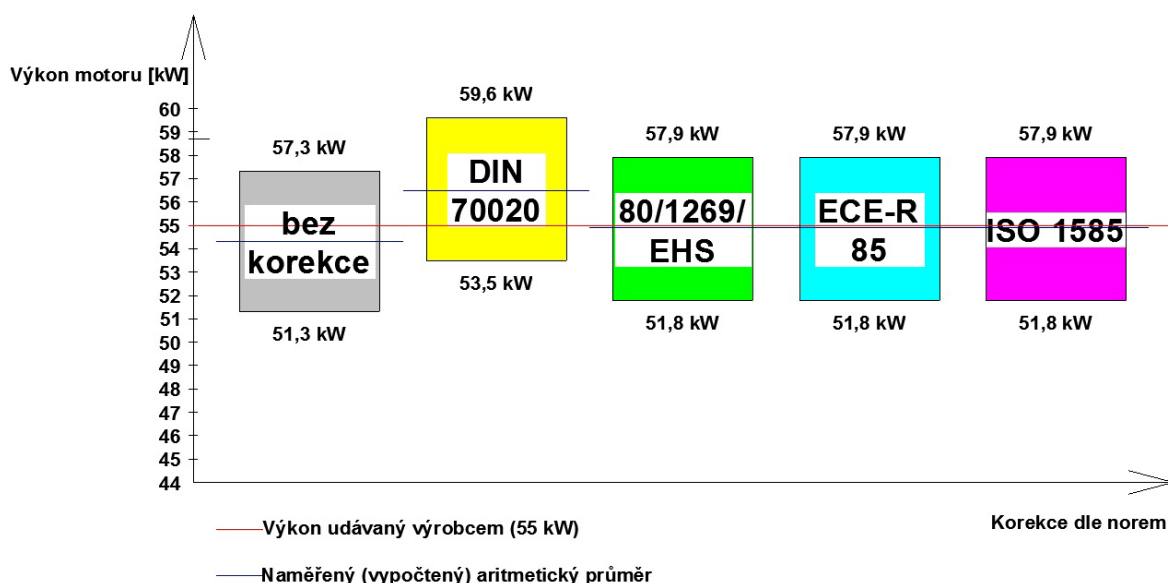
Tabulku (Tab. 3.2.5) tvoří naměřené hodnoty výkonů motoru vozidla Peugeot 206 SW na válcové zkušebně MAHA, jež jsou uvedeny ve sloupci bez korekce. Ve sloupci s označením DIN 70020 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.2) a (2.3.1). Ve sloupci s označením 80/1269/EHS jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ECE-R 85 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ISO 1585 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Všechny tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.5), (2.3.7), (2.3.9), (2.3.10) a (2.3.13) až (2.3.16). Byl tak proveden výpočet standardních nejistot typu A a B a kombinované standardní nejistoty, tzv. standardní nejistoty typu C, ty jsou společně s dalšími důležitými hodnotami zvýrazněny žlutě. Ze statistického vyhodnocení dat jsou nejpodstatnější aritmetický průměr a dolní a horní mez intervalu, důležitým údajem je rovněž výkon motoru udávaný výrobcem. Uvedené důležité hodnoty jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Tyto hodnoty jsou klíčové při hodnocení výsledků měření. V tabulce jsou uvedeny také atmosférické podmínky, při kterých bylo měření prováděno.

Tab. 3.2.5 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 206 SW

<b>Výkon dle výrobce [kW]</b>	<b>55</b>				
Teplota [K] / [°C]	297 / 24				
Atmosférický tlak [kPa]	98				
	Výkon [kW]				
	Norma / Směrnice				
Číslo měření	bez korekce	DIN 70020	80/1269/EHS	ECE-R 85	ISO 1585
1	55	57,25	55,56	55,56	55,56
2	53,5	55,69	54,05	54,05	54,05
3	53,5	55,69	54,05	54,05	54,05
4	54,5	56,73	55,06	55,06	55,06
5	54	56,21	54,55	54,55	54,55
6	53	55,17	53,54	53,54	53,54
7	55,5	57,77	56,07	56,07	56,07
8	53,5	55,69	54,05	54,05	54,05
9	53,5	55,69	54,05	54,05	54,05
10	56	58,29	56,57	56,57	56,57
11	55	57,25	55,56	55,56	55,56
12	53,5	55,69	54,05	54,05	54,05
13	54	56,21	54,55	54,55	54,55
14	54,5	56,73	55,06	55,06	55,06
15	55,5	57,77	56,07	56,07	56,07
<b>aritmetický průměr</b>	<b>54,30</b>	<b>56,52</b>	<b>54,85</b>	<b>54,85</b>	<b>54,85</b>
<b>uA</b>	<b>0,92</b>	<b>0,96</b>	<b>0,93</b>	<b>0,93</b>	<b>0,93</b>
dolní odchylka	53,38	55,56	53,92	53,92	53,92
horní odchylka	55,22	57,48	55,79	55,79	55,79
<b>uB</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>
<b>uC</b>	<b>6,07</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>
<b>DMI</b>	<b>51,3</b>	<b>53,5</b>	<b>51,8</b>	<b>51,8</b>	<b>51,8</b>
<b>HMI</b>	<b>57,3</b>	<b>59,6</b>	<b>57,9</b>	<b>57,9</b>	<b>57,9</b>

V grafu (Obr. 3.2.5) je znázorněno porovnání naměřených nekorigovaných výkonů motoru vozidla Peugeot 206 SW s přepočítanými hodnotami výkonu motoru dle norem a směrnic. Tento graf rovněž ukazuje, zda se intervaly naměřených a vypočtených hodnot výkonu motoru dle tabulky (Tab. 3.2.5) shodují s hodnotami výkonu motoru udávaných výrobcem.

# Peugeot 206 SW



Obr. 3.2.5 Graf porovnání výkonů motoru pro Peugeot 206 SW

Měření bylo prováděno při teplotě 24°C a okolním tlaku 98 kPa. Byly tedy splněny podmínky pro měření uvedených v normách a směrnících.

Naměřené nekorigované hodnoty výkonu motoru se svou průměrnou hodnotou 54,3 kW blíží hodnotě výkonu 55 kW udávanou výrobcem. Dolní mez intervalu nekorigovaného výkonu motoru 51,3 kW je nižší a horní mez intervalu nekorigovaného výkonu motoru 57,3 kW je vyšší než hodnota udávaná výrobcem. Lze tedy říci, že nekorigovaný výkon motoru je přibližně stejný jako výkon udávaný výrobcem. Podobně jsou na tom korigované výkony motoru dle normy ISO a směrnic EHS a ECE-R, kdy rozdíl mezi průměrnou hodnotou dle těchto směrnic a normy a hodnotou udávanou výrobcem je pouze 0,15 kW. Naopak v případě použití korekcí dle normy DIN je průměrná hodnota výkonu motoru vyšší než hodnota udávaná výrobcem a to o 1,52 kW. I přesto lze říci, že korigovaný výkon motoru dle normy DIN je téměř totožný s hodnotou výkonu udávanou výrobcem. Naměřené a korigované průměrné hodnoty výkonu motoru jsou v porovnání s hodnotou výkonu udávanou výrobcem nižší, kromě korigované hodnoty výkonu dle normy DIN, jejíž hodnota je vyšší. Rozmezí intervalů normy ISO a směrnic EHS a ECE-R je stejné z důvodu totožných vztahů pro výpočet korekčního koeficientu.

### 3.2.6 Peugeot 1007 1,4i

Tabulku (Tab. 3.2.6) tvoří naměřené hodnoty výkonů motoru vozidla Peugeot 1007 na válcové zkušebně MAHA, jež jsou uvedeny ve sloupci bez korekce. Ve sloupci s označením DIN 70020 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.2) a (2.3.1). Ve sloupci s označením 80/1269/EHS jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ECE-R 85 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Ve sloupci s označením ISO 1585 jsou uvedeny přepočítané hodnoty naměřených výkonů motoru dle vztahů (2.3.3) a (2.3.1). Všechny tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.5), (2.3.7), (2.3.9), (2.3.10) a (2.3.13) až (2.3.16). Byl tak proveden výpočet standardních nejistot typu A a B a kombinované standardní nejistoty, tzv. standardní nejistoty typu C, ty jsou společně s dalšími důležitými hodnotami zvýrazněny žlutě. Ze statistického vyhodnocení dat jsou nejpodstatnější aritmetický průměr a dolní a horní mez intervalu, důležitým údajem je rovněž výkon motoru udávaný výrobcem. Uvedené důležité hodnoty jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Tyto hodnoty jsou klíčové při hodnocení výsledků měření. V tabulce jsou uvedeny také atmosférické podmínky, při kterých bylo měření prováděno.

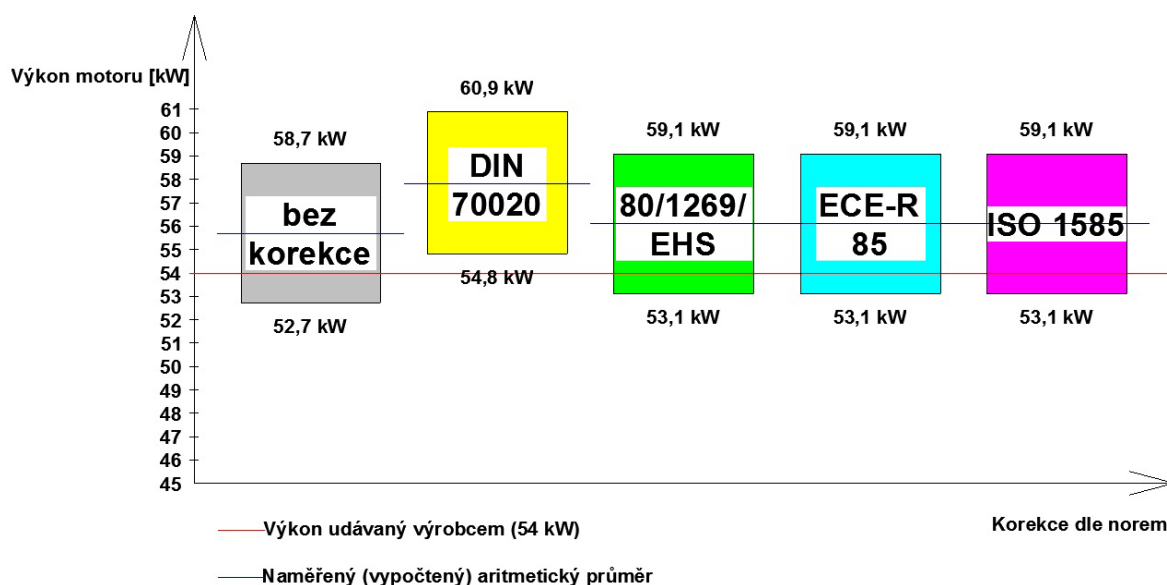


Tab. 3.2.6 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 1007

<b>Výkon dle výrobce [kW]</b>	<b>54</b>				
Teplota [K] / [°C]	298 / 25				
Atmosférický tlak [kPa]	98,4				
	Výkon [kW]				
	Norma / Směrnice				
Číslo měření	bez korekce	DIN 70020	80/1269/EHS	ECE-R 85	ISO 1585
1	54,5	56,60	54,90	54,90	54,90
2	56	58,15	56,41	56,41	56,41
3	56,5	58,67	56,91	56,91	56,91
4	56	58,15	56,41	56,41	56,41
5	56,5	58,67	56,91	56,91	56,91
6	56	58,15	56,41	56,41	56,41
7	56,5	58,67	56,91	56,91	56,91
8	55	57,12	55,40	55,40	55,40
9	55,5	57,64	55,91	55,91	55,91
10	55,5	57,64	55,91	55,91	55,91
11	55,5	57,64	55,91	55,91	55,91
12	56	58,15	56,41	56,41	56,41
13	55	57,12	55,40	55,40	55,40
14	56	58,15	56,41	56,41	56,41
15	55	57,12	55,40	55,40	55,40
<b>aritmetický průměr</b>	<b>55,70</b>	<b>57,84</b>	<b>56,11</b>	<b>56,11</b>	<b>56,11</b>
<b>ūA</b>	<b>0,62</b>	<b>0,64</b>	<b>0,63</b>	<b>0,63</b>	<b>0,63</b>
dolní odchylka	55,08	57,20	55,48	55,48	55,48
horní odchylka	56,32	58,49	56,73	56,73	56,73
<b>ūB</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>
<b>ūC</b>	<b>6,04</b>	<b>6,04</b>	<b>6,04</b>	<b>6,04</b>	<b>6,04</b>
<b>DMI</b>	<b>52,7</b>	<b>54,8</b>	<b>53,1</b>	<b>53,1</b>	<b>53,1</b>
<b>HMI</b>	<b>58,7</b>	<b>60,9</b>	<b>59,1</b>	<b>59,1</b>	<b>59,1</b>

V grafu (Obr. 3.2.6) je znázorněno porovnání naměřených nekorigovaných výkonů motoru vozidla Peugeot 1007 s přepočítanými hodnotami výkonu motoru dle norem a směrnic. Tento graf rovněž ukazuje, zda se intervaly naměřených a vypočtených hodnot výkonu motoru dle tabulky (Tab. 3.2.6) shodují s hodnotami výkonu motoru udávaných výrobcem.

# Peugeot 1007



Obr. 3.2.6 Graf porovnání výkonů motoru pro Peugeot 1007

Měření bylo prováděno při teplotě 25°C a okolním tlaku 98,4 kPa. Byly tedy splněny podmínky pro měření uvedených v normách a směrnících.

Hodnoty korigovaného výkonu motoru dle normy DIN ve svém intervalu od 54,8 kW do 60,9 kW neobsahují hodnotu 54 kW udávanou výrobcem. Jsou tedy vyšší. Jinak je tomu v případě nekorigovaného výkonu a výkonů korigovaných směrnici EHS a ECE-R a normou ISO, kdy intervaly výkonů motoru obsahují hodnotu 54 kW. Průměrné korigované hodnoty dle normy ISO a směrnic EHS a ECE-R a nekorigované hodnoty jsou vyšší než hodnota udávaná výrobcem. Naměřené a korigované průměrné hodnoty výkonu motoru jsou v porovnání s hodnotou výkonu udávanou výrobcem vyšší. Rozmezí intervalů normy ISO a směrnic EHS a ECE-R je stejné z důvodu totožných vztahů pro výpočet korekčního koeficientu.

### 3.3 Porovnání korigovaných výkonů motorů dle norem a směrnic

Pro každé vozidlo na válcové zkušební stanici MAHA bylo prováděno 15 měření výkonů motoru. První až třetí měření nebylo ovlivněno korekcemi, čtvrté až šesté měření bylo ovlivněno korekcemi dle normy DIN 70020, sedmé až deváté měření bylo ovlivněno korekcemi dle směrnice 80/1269/EHS, desáté až dvanácté měření bylo ovlivněno korekcemi dle směrnice ECE-R 85 a třinácté až patnácté měření bylo ovlivněno korekcemi dle normy ISO 1585. Při každém měření zkušební stanice MAHA zobrazila

rovněž výsledky nekorigovaných výkonů motorů a tak se naskytla možnost porovnání výsledků bez korekcí a s korekcemi.

Pro vyhodnocení tohoto porovnání nebylo možné provést statistické vyhodnocení dat, neboť jsem měl k dispozici pouze 3 hodnoty z každé skupiny měření. Proto mají výsledky tohoto porovnání pouze informativní charakter. Počty a způsob vyhodnocení naměřených hodnot vychází z metodiky popsané v kapitole 2.3.3.2.

### 3.3.1 Hyundai i30 1,6i

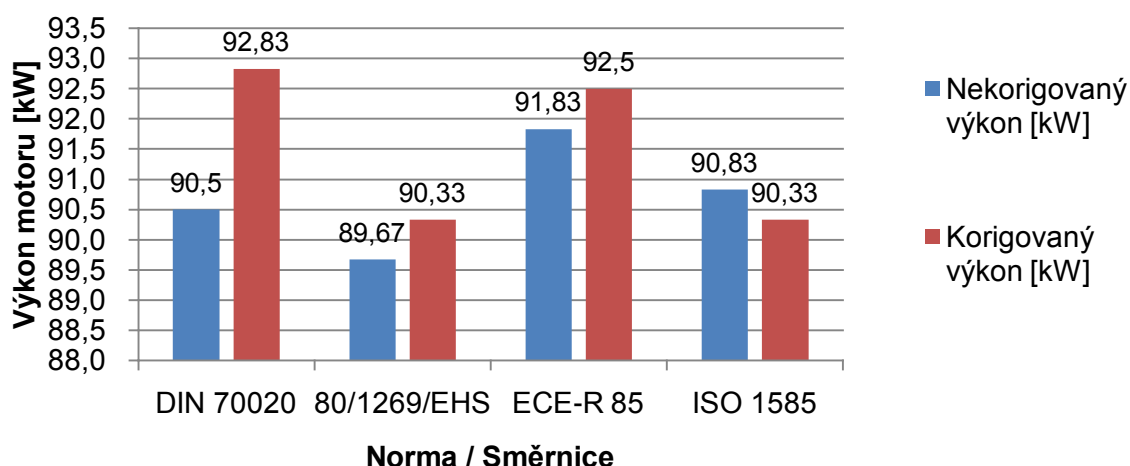
Aby bylo možné provést porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru, bylo zapotřebí sestavit tabulku (Tab. 3.3.1), ve které je uveden naměřený nekorigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, dále pak naměřený korigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, průměrný nekorigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.17), průměrný korigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.18). Rozdíl průměrných korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru v kW vypočtený dle vztahu (2.3.19) a v procentech vypočtený dle vztahu (2.3.20) jsou pro hodnocení nejdůležitějšími ukazateli a proto jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Toto srovnání je provedeno zvlášť pro každou normu, resp. směrnici.

Tab. 3.3.1 Porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru pro Hyundai i30

Výkon motoru	Norma / Směrnice											
	DIN 70020			80/1269/EHS			ECE-R 85			ISO 1585		
nekorigovaný [kW]	90,5	89,5	91,5	91	89	89	93	91	91,5	93,5	89	90
korigovaný [kW]	93	91,5	94	91,5	90	89,5	93,5	92	92	93	88,5	89,5
prům. nekorigovaný [kW]	90,5			89,67			91,83			90,83		
prům. korigovaný [kW]	92,83			90,33			92,5			90,33		
<b>rozdíl [kW]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>2,33</b>			<b>0,67</b>			<b>0,67</b>			<b>-0,5</b>		
<b>rozdíl [%]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>2,51</b>			<b>0,74</b>			<b>0,72</b>			<b>-0,55</b>		

Následující graf (Obr. 3.3.1) zobrazuje rozdíly mezi nekorigovanými a korigovanými výkony motoru vozidla Hyundai i30 dle jednotlivých norem a směrnic.

**Graf výkonů motoru dle norem a směrnic**



Obr. 3.3.1 Graf výkonů motoru dle norem a směrnic pro Hyundai i30

Výsledky z tabulky (Tab. 3.3.1) a grafu (Obr. 3.3.1) udávají rozdíl mezi naměřenými nekorigovanými a korigovanými výkony motoru vozidla Hyundai i30. V případě zohlednění korekcí dle normy DIN byl průměrný korigovaný výkon motoru o 2,33 kW vyšší, než v případě výkonu bez korekce. Vyjádřením v procentech zjistíme, že se jedná o rozdíl 2,51 %. Při použití korekcí dle směrnic EHS a ECE-R došlo k navýšení výkonu motoru shodně o 0,67 kW oproti průměrnému výkonu bez korekce. Procentuální vyjádření se však z důvodu rozdílných průměrných hodnot liší a v případě směrnice EHS činí rozdíl 0,74% a v případě směrnice ECE-R je tento rozdíl 0,72 %. Zásahem korekce dle normy ISO byl průměrný nekorigovaný výkon snížen o 0,5 kW, což představuje snížení výkonu motoru o 0,55%. Korekce tedy ovlivňují naměřený výkon motoru. V případě vozidla Hyundai i30 korekce způsobily navýšení výkonu motoru při použití korekcí dle DIN, EHS a ECE-R a snížení výkonu motoru při použití korekce dle ISO.

### 3.3.2 Ford Focus kombi 1,6i 2000

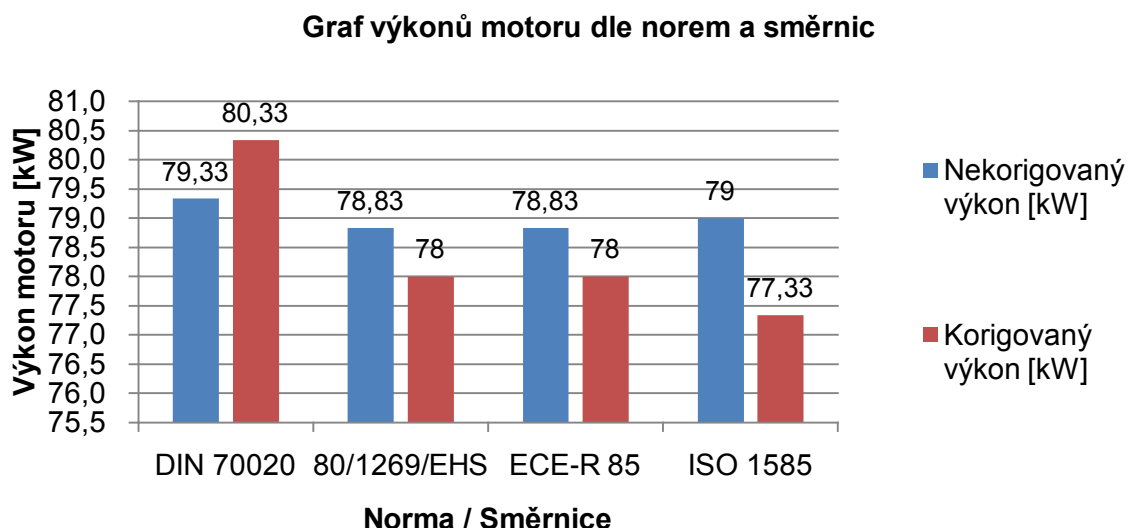
Aby bylo možné provést porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru, bylo zapotřebí sestavit tabulku (Tab. 3.3.2), ve které je uveden naměřený nekorigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, dále pak naměřený korigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, průměrný nekorigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.17), průměrný korigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.18). Rozdíl průměrných korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru v kW vypočtený dle vztahu (2.3.19) a v procentech vypočtený dle vztahu (2.3.20) jsou pro hodnocení nejdůležitějšími

ukazateli a proto jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Toto srovnání je provedeno zvlášť pro každou normu, resp. směrnici.

Tab. 3.3.2 Porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru pro Ford Focus 2000

Výkon motoru	Norma / Směrnice											
	DIN 70020			80/1269/EHS			ECE-R 85			ISO 1585		
nekorigovaný [kW]	79	80	79	79	79	78,5	79	79	78,5	79	79	79
korigovaný [kW]	80	81	80	78	78	78	78	78	78	77	77,5	77,5
prům. nekorigovaný [kW]	79,33			78,83			78,83			79		
prům. korigovaný [kW]	80,33			78			78			77,33		
<b>rozdíl [kW]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	1			<b>-0,83</b>			<b>-0,83</b>			<b>-1,67</b>		
<b>rozdíl [%]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	1,24			<b>-1,07</b>			<b>-1,07</b>			<b>-2,16</b>		

Následující graf (Obr. 3.3.2) zobrazuje rozdíly mezi nekorigovanými a korigovanými výkony motoru vozidla Ford Focus 2000 dle jednotlivých norem a směrnic.



Obr. 3.3.2 Graf výkonů motoru dle norem a směrnic pro Ford Focus 2000

Z grafu (Obr. 3.3.2) jsou zřejmé rozdíly průměrných hodnot nekorigovaných a korigovaných výkonů motoru. Rozdíly těchto průměrných hodnot jsou vyčísleny v tabulce (Tab. 3.3.2). V případě normy DIN se korigované hodnoty od nekorigovaných liší o 1 kW, resp. 1,24 %. U směrnic EHS a ECE-R je tento rozdíl totožný -0,83 kW, čili -1,07 %. U normy ISO je rozdíl největší, ale stále přípustný a činí -1,67 kW, což odpovídá -2,16 %. Korekce tedy ovlivňují naměřený výkon motoru. V případě vozidla Ford Focus 2000 korekce způsobily navýšení výkonu motoru při použití korekce dle DIN a snížení výkonu motoru při použití korekcí dle EHS, ECE-R a ISO.

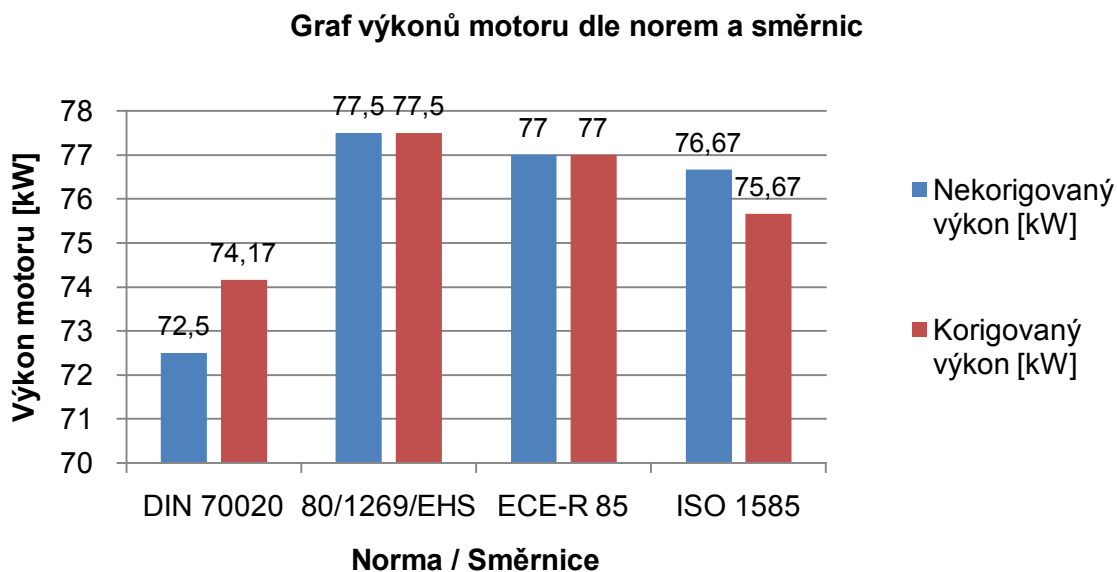
### 3.3.3 Ford Focus kombi 1,6i 2006

Aby bylo možné provést porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru, bylo zapotřebí sestavit tabulku (Tab. 3.3.3), ve které je uveden naměřený nekorigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, dále pak naměřený korigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, průměrný nekorigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.17), průměrný korigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.18). Rozdíl průměrných korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru v kW vypočtený dle vztahu (2.3.19) a v procentech vypočtený dle vztahu (2.3.20) jsou pro hodnocení nejdůležitějšími ukazateli a proto jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Toto srovnání je provedeno zvlášť pro každou normu, resp. směrnici.

Tab. 3.3.3 Porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru pro Ford Focus 2006

Výkon motoru	Norma / Směrnice											
	DIN 70020			80/1269/EHS			ECE-R 85			ISO 1585		
nekorigovaný [kW]	71	72,5	74	78	78	76,5	77	77	77	76,5	76,5	77
korigovaný [kW]	73	74	75,5	78	78	76,5	77	77	77	75,5	75,5	76
prům. nekorigovaný [kW]	72,5			77,5			77			76,67		
prům. korigovaný [kW]	74,17			77,5			77			75,67		
<b>rozdíl [kW]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>1,67</b>			<b>0</b>			<b>0</b>			<b>-1</b>		
<b>rozdíl [%]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>2,25</b>			<b>0</b>			<b>0</b>			<b>-1,32</b>		

Následující graf (Obr. 3.3.3) zobrazuje rozdíly mezi nekorigovanými a korigovanými výkony motoru vozidla Ford Focus 2006 dle jednotlivých norem a směrnic.



Obr. 3.3.3 Graf výkonů motoru dle norem a směrnic pro Ford Focus 2006

Graf (Obr. 3.3.3) ukazuje shodu nekorigovaných a korigovaných průměrných výkonů motoru v případě, že jsou výsledky ovlivněny korekcemi dle směrnice EHS a ECE-R. Tyto shody jsou patrné taky z tabulky (Tab. 3.3.3), kde jsou v příslušných polích nulové hodnoty. Rozdíly nastaly až při použití korekcí dle ISO a sice průměrný korigovaný výkon byl v tomto případě nižší, než průměrný nekorigovaný výkon a to o 1 kW, čili o 1,32 %. Opačně tomu bylo v případě použití korekcí dle normy DIN, protože zde byl průměrný korigovaný výkon vyšší, než průměrný nekorigovaný výkon o 1,67 kW, čili o 2,25 %. V případě vozidla Ford Focus 2006 korekce způsobily navýšení výkonu motoru při použití korekce dle DIN a snížení výkonu motoru při použití korekce dle ISO. Korekce dle EHS a ECE-R nezpůsobily žádné rozdíly.

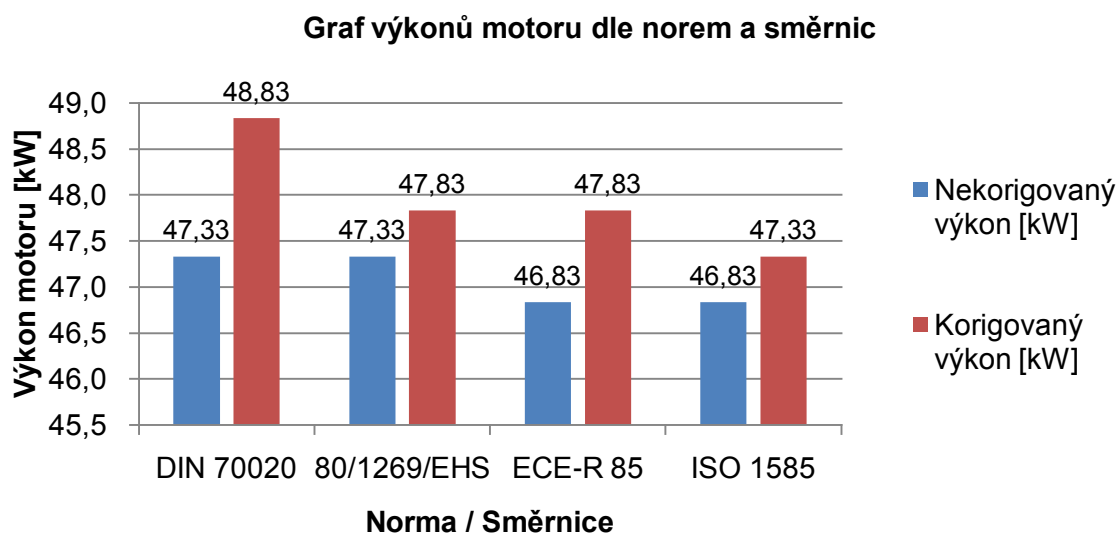
### 3.3.4 Peugeot 206 1,1i

Aby bylo možné provést porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru, bylo zapotřebí sestavit tabulku (Tab. 3.3.4), ve které je uveden naměřený nekorigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, dále pak naměřený korigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, průměrný nekorigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.17), průměrný korigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.18). Rozdíl průměrných korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru v kW vypočtený dle vztahu (2.3.19) a v procentech vypočtený dle vztahu (2.3.20) jsou pro hodnocení nejdůležitějšími ukazateli a proto jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Toto srovnání je provedeno zvlášť pro každou normu, resp. směrnici.

Tab. 3.3.4 Porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru pro Peugeot 206

Výkon motoru	Norma / Směrnice											
	DIN 70020			80/1269/EHS			ECE-R 85			ISO 1585		
nekorigovaný [kW]	48	47	47	47	47,5	47,5	47,5	46,5	46,5	47	46,5	47
korigovaný [kW]	49,5	48,5	48,5	47,5	48	48	48,5	47,5	47,5	47,5	47	47,5
prům. nekorigovaný [kW]	47,33			47,33			46,83			46,83		
prům. korigovaný [kW]	48,83			47,83			47,83			47,33		
<b>rozdíl [kW]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>1,5</b>			<b>0,5</b>			<b>1</b>			<b>0,5</b>		
<b>rozdíl [%]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>3,07</b>			<b>1,05</b>			<b>2,09</b>			<b>1,06</b>		

Následující graf (Obr. 3.3.4) zobrazuje rozdíly mezi nekorigovanými a korigovanými výkony motoru vozidla Peugeot 206 dle jednotlivých norem a směrnic.



Obr. 3.3.4 Graf výkonů motoru dle norem a směrnic pro Peugeot 206

Grafické srovnání průměrných hodnot nekorigovaných a korigovaných výkonů motoru zobrazené v grafu (Obr. 3.3.4) ukazují, že ve všech případech došlo vlivem korekcí ke změnám nekorigovaných výkonů. Nejvyšší rozdíl je v případě korekce dle normy DIN a sice 1,5 kW, což odpovídá rozdílu 3,07 %. Menší rozdíl pak je v případě použití směrnice ECE-R a sice 1 kW, čili, 1,06 %. Nejmenší rozdíl, shodně 0,5 kW, pak byl dosažen použitím korekcí dle normy ISO a směrnice EHS. Tomu odpovídá procentuální vyjádření 1,05, resp. 1,06 %. Hodnoty rozdílů výkonů jsou rovněž uvedeny v tabulce (Tab. 3.3.4), ze které vychází toto hodnocení. V případě vozidla Peugeot 206 korekce dle všech uvedených norem a směrnic způsobily navýšení nekorigovaného výkonu motoru.

### 3.3.5 Peugeot 206 SW 1,4i

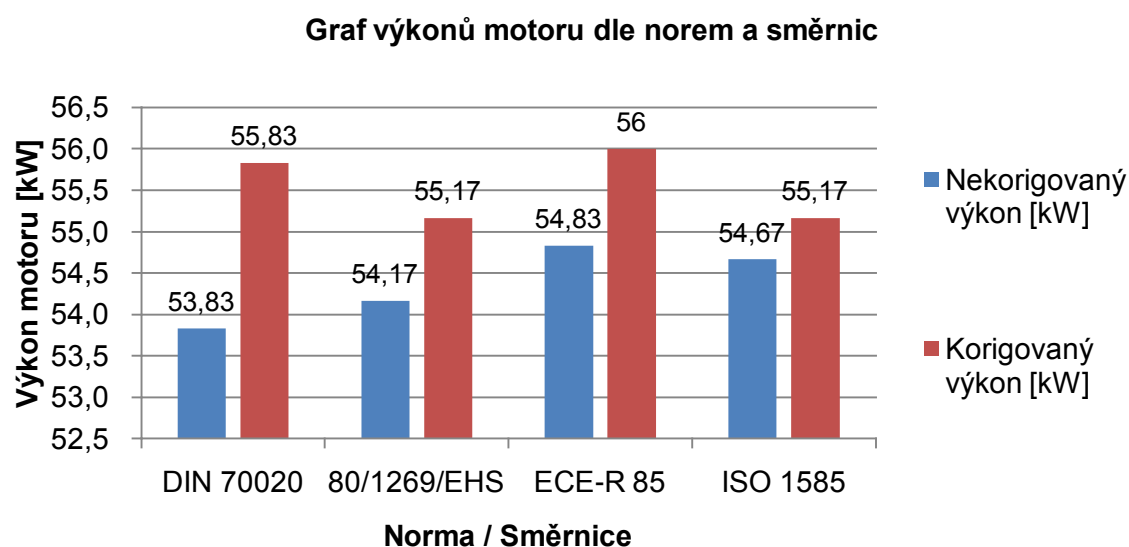
Aby bylo možné provést porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru, bylo zapotřebí sestavit tabulku (Tab. 3.3.5), ve které je uveden naměřený nekorigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, dále pak naměřený korigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, průměrný nekorigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.17), průměrný korigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.18). Rozdíl průměrných korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru v kW vypočtený dle vztahu (2.3.19) a v procentech vypočtený dle vztahu (2.3.20) jsou pro hodnocení nejdůležitějšími ukazateli a proto jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Toto srovnání je provedeno zvlášť pro každou normu, resp. směrnici.



Tab. 3.3.5 Porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru pro Peugeot 206 SW

Výkon motoru	Norma / Směrnice											
	DIN 70020			80/1269/EHS			ECE-R 85			ISO 1585		
nekorigovaný [kW]	54,5	54	53	55,5	53,5	53,5	56	55	53,5	54	54,5	55,5
korigovaný [kW]	56,5	56	55	56,5	54,5	54,5	57,5	56	54,5	54,5	55	56
prům. nekorigovaný [kW]	53,83			54,17			54,83			54,67		
prům. korigovaný [kW]	55,83			55,17			56			55,17		
<b>rozdíl [kW]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>2</b>			<b>1</b>			<b>1,17</b>			<b>0,5</b>		
<b>rozdíl [%]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>3,58</b>			<b>1,81</b>			<b>2,08</b>			<b>0,91</b>		

Následující graf (Obr. 3.3.5) zobrazuje rozdíly mezi nekorigovanými a korigovanými výkony motoru vozidla Peugeot 206 SW dle jednotlivých norem a směrnic.



Obr. 3.3.5 Graf výkonů motoru dle norem a směrnic pro Peugeot 206 SW

Grafické srovnání dle (Obr. 3.3.5) jasně ukazuje rozdíly korigovaných a nekorigovaných hodnot. Tabulka (Tab. 3.3.5) pak těmto rozdílům přiřazuje konkrétní číselné hodnoty a tak můžeme říci, že největší rozdíl mezi průměrným nekorigovaným a korigovaným výkonem motoru je v případě použití korekcí dle normy DIN a to 2 kW, čili 3,58 %. Naopak nejnižší rozdíl těchto hodnot 0,5 kW, čili 0,91 % je pak způsoben korekcemi dle normy ISO. Korekce dle směrnic EHS a ECE-R způsobují rozdíl mezi průměrným nekorigovaným a korigovaným výkonem 1, resp. 1,17 kW a tomu odpovídající 1,81, resp. 2,08 %. V případě vozidla Peugeot 206 SW korekce dle všech uvedených norem a směrnic způsobily navýšení nekorigovaného výkonu motoru.

### 3.3.6 Peugeot 1007 1,4i

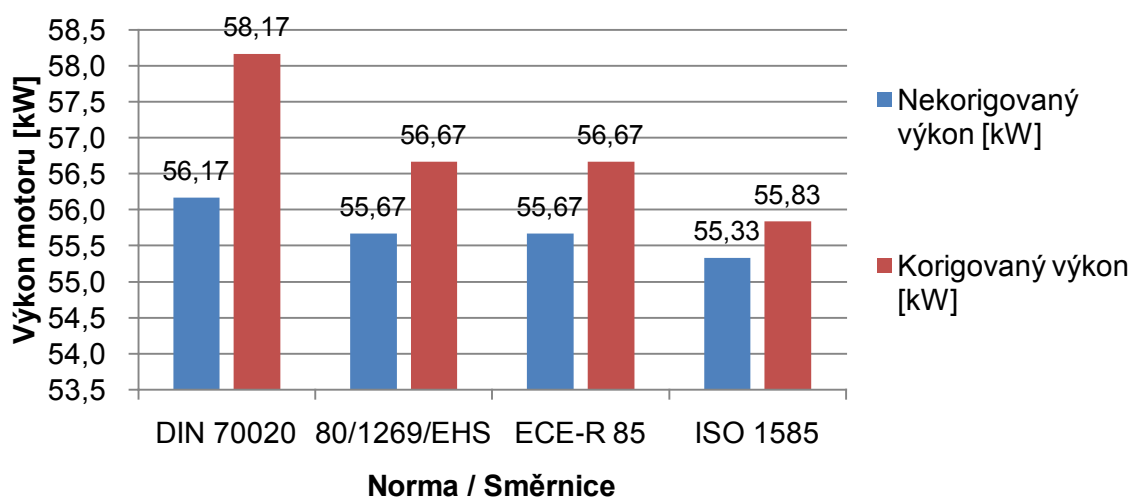
Aby bylo možné provést porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru, bylo zapotřebí sestavit tabulku (Tab. 3.3.6), ve které je uveden naměřený nekorigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, dále pak naměřený korigovaný výkon motoru na válcové zkušební stanici MAHA, průměrný nekorigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.17), průměrný korigovaný výkon vypočtený dle vztahu (2.3.18). Rozdíl průměrných korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru v kW vypočtený dle vztahu (2.3.19) a v procentech vypočtený dle vztahu (2.3.20) jsou pro hodnocení nejdůležitějšími ukazateli a proto jsou v tabulce zvýrazněny tučně. Toto srovnání je provedeno zvlášť pro každou normu, resp. směrnici.

Tab. 3.3.6 Porovnání korigovaných a nekorigovaných výkonů motoru pro Peugeot 1007

Výkon motoru	Norma / Směrnice											
	DIN 70020			80/1269/EHS			ECE-R 85			ISO 1585		
nekorigovaný [kW]	56	56,5	56	56,5	55	55,5	55,5	55,5	56	55	56	55
korigovaný [kW]	58	58,5	58	57,5	56	56,5	56,5	56,5	57	55,5	56,5	55,5
prům. nekorigovaný [kW]	56,17			55,67			55,67			55,33		
prům. korigovaný [kW]	58,17			56,67			56,67			55,83		
<b>rozdíl [kW]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>2</b>			<b>1</b>			<b>1</b>			<b>0,5</b>		
<b>rozdíl [%]</b> (korigovaný - nekorigovaný)	<b>3,44</b>			<b>1,76</b>			<b>1,76</b>			<b>0,9</b>		

Následující graf (Obr. 3.3.6) zobrazuje rozdíly mezi nekorigovanými a korigovanými výkony motoru vozidla Peugeot 1007 dle jednotlivých norem a směrnic.

Graf výkonů motoru dle norem a směrnic



Obr. 3.3.6 Graf výkonů motoru dle norem a směrnic pro Peugeot 1007

Z grafu (Obr. 3.3.6) je opět evidentní rozdíl nekorigovaných a korigovaných výkonů motorů. V tabulce (Tab. 3.3.6) je číselné srovnání, které uvádí shodu v rozdílech uvedených výkonů a to 1 kW, resp. 1,76 % v případě použití korekcí dle směnic EHS a ECE-R. Norma DIN zapříčinila navýšení nekorigovaného výkonu o 2 kW, resp. o 3,44 % a norma ISO také zapříčinila navýšení nekorigovaného výkonu, ale pouze o 0,5 kW, čili o 0,9 %. V případě vozidla Peugeot 1007 korekce dle všech uvedených norem a směnic způsobily navýšení nekorigovaného výkonu motoru.

### **3.4 Porovnání korekcí výkonů motorů**

U všech testovaných vozidel na válcové zkušební stanici MAHA bylo provedeno měření korigovaného výkonu motoru dle norem DIN a ISO a směnic EHS a ECE-R. Zkušební stanice MAHA provádí výpočet korigovaného výkonu motoru dle výpočtových vztahů integrovaných v jejím softwaru. Tyto hodnoty porovnávám s korigovanými výkony vypočtenými dle vztahů uvedených v příslušných normách a směnicích. Důvodem tohoto srovnání je ověření, zda korigované výkony změřené na zkušební stanici MAHA odpovídají korigovaným výkonům přepočteným dle výše uvedených norem a směnic. Vyhodnocení porovnání vychází z metodiky popsané v kapitole 2.3.3.3.

#### **3.4.1 Korekce dle normy DIN 70020**

K sestavení tabulky (Tab. 3.4.1) bylo zapotřebí provést výpočty průměrných výkonů motorů. Průměrný korigovaný naměřený výkon jsem vypočetl dle vztahu (2.3.18) a průměrný korigovaný vypočtený výkon jsem vypočetl dle vztahu (2.3.21). Výpočty rozdílů vypočtených a naměřených korigovaných výkonů motorů v kW jsem provedl dle vztahu (2.3.22), pro tentýž výpočet v procentech jsem užil vztahu (2.3.23). Tyto výpočty byly provedeny pro všechna vozidla uvedená v tabulce (Tab. 3.4.1). Celkový rozdíl vypočtených a naměřených korigovaných výkonů motorů, čili nejdůležitější ukazatel pro hodnocení shody pak odpovídá výpočtu dle vztahu (2.3.24) a je v tabulce zvýrazněn tučně a žlutě.

Tab. 3.4.1 Porovnání naměřených a vypočtených korekcí dle normy DIN 70020

Průměrný výkon motoru	Vozidlo					
	Hyundai i30	Ford Focus 00	Ford Focus 06	Peugeot 206	Peugeot 206 SW	Peugeot 1007
korigovaný naměřený [kW]	92,83	80,33	74,17	48,83	55,83	58,17
korigovaný vypočtený [kW]	92,81	80,22	74,05	49,06	56,04	58,33
rozdíl [kW] (vypočtený - naměřený)	-0,02	-0,11	-0,11	0,22	0,21	0,16
rozdíl [%] (vypočtený - naměřený)	-0,02	-0,14	-0,15	0,45	0,37	0,28
<b>celkový rozdíl [%] (vypočtený - naměřený)</b>	<b>0,13</b>					

Výše uvedená tabulka (Tab. 3.4.1) udává, že rozdíl mezi vypočteným průměrným korigovaným výkonem a naměřeným průměrným korigovaným výkonem pro Hyundai i30 je -0,02 kW, což představuje rozdíl -0,02 %, pro Ford Focus 2000 i 2006 je tento rozdíl -0,11 kW, čili -0,14 %, resp. -0,15 %, rozdíl pro vozidlo Peugeot 206 činí 0,22 kW, tomu odpovídá hodnota 0,45 %, podobně je na tom rozdíl pro vozidlo Peugeot 206 SW (0,21 kW a 0,37 %) a pro Peugeot 1007 je hodnota rozdílu 0,16 kW a 0,28 %. To znamená, že celkový rozdíl pro všechna měřená vozidla mezi vypočteným průměrným korigovaným výkonem a naměřeným průměrným korigovaným výkonem pro korekce dle normy DIN 70020 je pouze 0,13 %, což je zanedbatelná hodnota a lze konstatovat, že naměřené a přepočtené hodnoty se shodují.

### 3.4.2 Korekce dle směrnice 80/1269/EHS

K sestavení tabulky (Tab. 3.4.2) bylo zapotřebí provést výpočty průměrných výkonů motorů. Průměrný korigovaný naměřený výkon jsem vypočetl dle vztahu (2.3.18) a průměrný korigovaný vypočtený výkon jsem vypočetl dle vztahu (2.3.21). Výpočty rozdílů vypočtených a naměřených korigovaných výkonů motorů v kW jsem provedl dle vztahu (2.3.22), pro tentýž výpočet v procentech jsem užil vztahu (2.3.23). Tyto výpočty byly provedeny pro všechna vozidla uvedená v tabulce (Tab. 3.4.2). Celkový rozdíl vypočtených a naměřených korigovaných výkonů motorů, čili nejdůležitější ukazatel pro hodnocení shody pak odpovídá výpočtu dle vztahu (2.3.24) a je v tabulce zvýrazněn tučně a žlutě.

Tab. 3.4.2 Porovnání naměřených a vypočtených korekcí dle směrnice 80/1269/EHS

	Vozidlo					
Průměrný výkon motoru	Hyundai i30	Ford Focus 00	Ford Focus 06	Peugeot 206	Peugeot 206 SW	Peugeot 1007
korigovaný naměřený [kW]	90,33	78	77,5	47,83	55,17	56,67
korigovaný vypočtený [kW]	88,98	76,92	76,53	47,57	54,72	56,07
rozdíl [kW] (vypočtený - naměřený)	-1,36	-1,08	-0,97	-0,27	-0,45	-0,59
rozdíl [%] (vypočtený - naměřený)	-1,52	-1,41	-1,27	-0,56	-0,82	-1,06
<b>celkový rozdíl [%] (vypočtený - naměřený)</b>	<b>-1,11</b>					

Všechny rozdíly mezi vypočtenými a naměřenými průměrnými hodnotami korigovaných výkonů motorů jsou záporné, to je patrné z tabulky (Tab. 3.4.2). Rozdíly menší než 1 % byly u vozidel Peugeot 206 a 206 SW. Rozdíly větší než 1 % pak byly u zbývajících vozidel Hyundai i30, Ford Focus 2000 a 2006 a Peugeot 1007. Celkový rozdíl pro všechna měřená vozidla mezi vypočteným průměrným korigovaným výkonem a naměřeným průměrným korigovaným výkonem pro korekce dle směrnice 80/1269/EHS je pouze -1,11 %, což je nízká hodnota a lze konstatovat, že naměřené a přepočtené hodnoty se shodují.

### 3.4.3 Korekce dle směrnice ECE-R 85

K sestavení tabulky (Tab. 3.4.3) bylo zapotřebí provést výpočty průměrných výkonů motorů. Průměrný korigovaný naměřený výkon jsem vypočetl dle vztahu (2.3.18) a průměrný korigovaný vypočtený výkon jsem vypočetl dle vztahu (2.3.21). Výpočty rozdílů vypočtených a naměřených korigovaných výkonů motorů v kW jsem provedl dle vztahu (2.3.22), pro tentýž výpočet v procentech jsem užil vztahu (2.3.23). Tyto výpočty byly provedeny pro všechna vozidla uvedená v tabulce (Tab. 3.4.3). Celkový rozdíl vypočtených a naměřených korigovaných výkonů motorů, čili nejdůležitější ukazatel pro hodnocení shody pak odpovídá výpočtu dle vztahu (2.3.24) a je v tabulce zvýrazněn tučně a žlutě.

Tab. 3.4.3 Porovnání naměřených a vypočtených korekcí dle směrnice ECE-R 85

	Vozidlo					
Průměrný výkon motoru	Hyundai i30	Ford Focus 00	Ford Focus 06	Peugeot 206	Peugeot 206 SW	Peugeot 1007
korigovaný naměřený [kW]	92,50	78	77	47,83	56	56,67
korigovaný vypočtený [kW]	91,13	76,92	76,04	47,06	55,39	56,07
rozdíl [kW] (vypočtený - naměřený)	-1,37	-1,08	-0,96	-0,77	-0,61	-0,59
rozdíl [%] (vypočtený - naměřený)	-1,51	-1,41	-1,27	-1,64	-1,09	-1,06
<b>celkový rozdíl [%] (vypočtený - naměřený)</b>	<b>-1,33</b>					

Z tabulky (Tab. 3.4.3) lze vyčíst, že všechny rozdíly mezi průměrnými vypočtenými korigovanými výkony a průměrnými naměřenými korigovanými výkony jsou v intervalu -1 až -2%. Tyto rozdíly uvedené v kW se pak pohybují okolo 1 kW. Z tohoto popisu tedy vyplývá, že celkový rozdíl pro všechna měřená vozidla mezi vypočteným průměrným korigovaným výkonem a naměřeným průměrným korigovaným výkonem pro korekce dle směrnice ECE-R 85 je pouze -1,33 %, což je nízká hodnota a lze konstatovat, že naměřené a přepočtené hodnoty se shodují.

### 3.4.4 Korekce dle normy ISO 1585

K sestavení tabulky (Tab. 3.4.4) bylo zapotřebí provést výpočty průměrných výkonů motorů. Průměrný korigovaný naměřený výkon jsem vypočetl dle vztahu (2.3.18) a průměrný korigovaný vypočtený výkon jsem vypočetl dle vztahu (2.3.21). Výpočty rozdílů vypočtených a naměřených korigovaných výkonů motorů v kW jsem provedl dle vztahu (2.3.22), pro tentýž výpočet v procentech jsem užil vztahu (2.3.23). Tyto výpočty byly provedeny pro všechna vozidla uvedená v tabulce (Tab. 3.4.4). Celkový rozdíl vypočtených a naměřených korigovaných výkonů motorů, čili nejdůležitější ukazatel pro hodnocení shody pak odpovídá výpočtu dle vztahu (2.3.24) a je v tabulce zvýrazněn tučně a žlutě.

Tab. 3.4.4 Porovnání naměřených a vypočtených korekcí dle normy ISO 1585

	Vozidlo					
Průměrný výkon motoru	Hyundai i30	Ford Focus 00	Ford Focus 06	Peugeot 206	Peugeot 206 SW	Peugeot 1007
korigovaný naměřený [kW]	90,33	77,33	75,67	47,33	55,17	55,83
korigovaný vypočtený [kW]	90,13	77,08	75,71	47,06	55,23	55,74
rozdíl [kW] (vypočtený - naměřený)	-0,20	-0,25	0,04	-0,27	0,06	-0,09
rozdíl [%] (vypočtený - naměřený)	-0,22	-0,33	0,06	-0,57	0,11	-0,17
<b>celkový rozdíl [%] (vypočtený - naměřený)</b>	<b>-0,19</b>					

Tabulka (Tab. 3.4.4) udává rozdíly mezi průměrnými korigovanými vypočtenými a naměřenými výkony motorů zkoušených vozidel. Konkrétní hodnoty těchto rozdílů pak říkají, že nejmenší, v podstatě žádný rozdíl od vypočtených hodnot byl v případě vozidel Ford Focus 2006, Peugeot 206 SW a 1007, kdy rozdíly nebyly větší než 0,1 kW. Nepatrně větší rozdíly nastaly v případě vozidel Hyundai i30, Ford Focus 2000 a Peugeot 206. Také tyto rozdíly jsou však nepatrné (největší rozdíl -0,27 kW) a to znamená, že celkový rozdíl pro všechna měřená vozidla mezi vypočteným průměrným korigovaným výkonem a naměřeným průměrným korigovaným výkonem pro korekce dle normy ISO 1585 je pouze -0,19 %, což je zanedbatelná hodnota a lze konstatovat, že naměřené a přepočtené hodnoty se shodují.

### 3.5 Porovnání točivých momentů motorů

Nedílnou součástí charakteristiky spalovacích motorů vozidel jsou také charakteristiky točivých momentů motorů. Hodnoty těchto točivých momentů jsem rovněž podrobil statistickému vyhodnocení dle metodiky uvedené v kapitole 2.3.3.1. Pro hodnocení jsou nejdůležitější hodnoty aritmetických průměrů a dolních a horních mezí intervalů. Porovnání těchto údajů s hodnotami udávanými výrobcí nám udá, jak se liší data dle výrobce a námi naměřené údaje. Výsledky těchto vyhodnocení jsou uvedeny v tabulkách naměřených hodnot točivých momentů motoru a pro názornost také v grafech porovnání točivých momentů motoru.

Tyto tabulky a grafy tedy ukazují rozdíly mezi naměřenými hodnotami točivých momentů motorů a hodnotami momentů motorů udávanými výrobcí vozidel. Srovnání jsem provedl pro všechna měřená vozidla.

### 3.5.1 Hyundai i30 1,6i

V tabulce (Tab. 3.5.1) jsou uvedeny naměřené hodnoty točivých momentů motoru získaných měření na válcové zkušební stanici MAHA. Tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.6) výpočet aritmetického průměru motoru, (2.3.8) standardní nejistota typu A, (2.3.11) a (2.3.12) dolní a horní odchylka. Pro hodnocení měření jsou nejdůležitějšími parametry aritmetický průměr a dolní a horní odchylka, tyto hodnoty jsou v tabulce pro názornost zvýrazněny tučně, společně s hodnotou točivého momentu dle výrobce. Kromě těchto údajů je žlutě zvýrazněna také hodnota standardní nejistoty typu A.

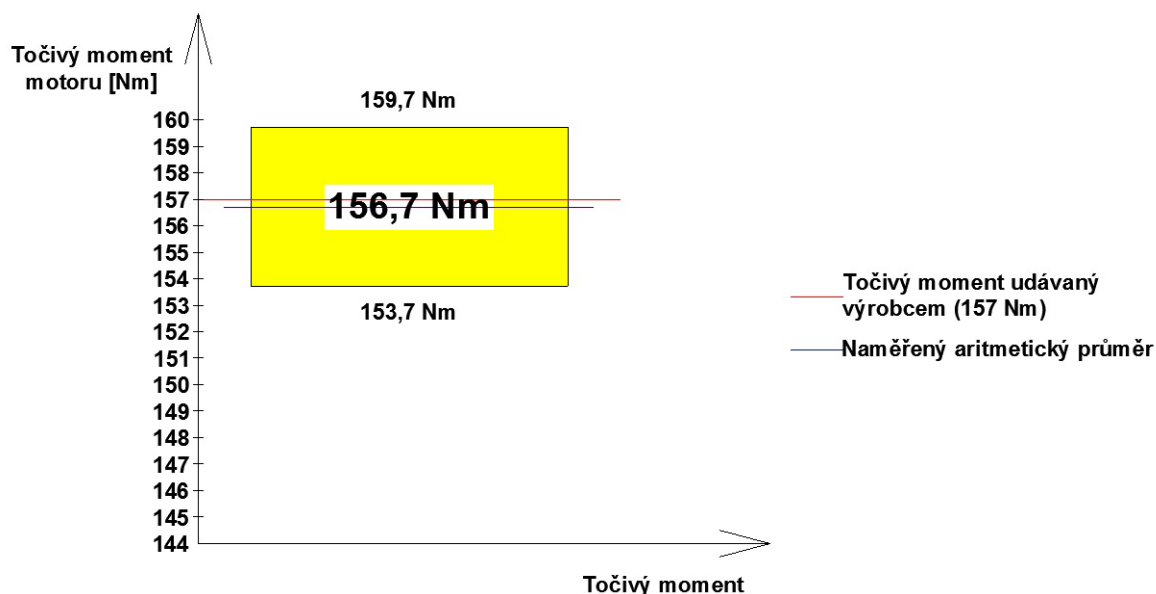
Tab. 3.5.1 Naměřené hodnoty točivých momentů motoru pro Hyundai i30

Točivý moment dle výrobce [Nm]								157							
	Točivý moment motoru [Nm]														
	Číslo měření														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	154	154	148	158	160	159	156	158	156	158	159	159	157	158	156
aritmetický průměr	156,7														
uA	3,0														
dolní odchylka	153,7														
horní odchylka	159,7														

V grafu porovnání točivých momentů pro vozidlo Hyundai i30 (Obr. 3.5.1) je znázorněn interval, ve kterém se nacházejí hodnoty naměřených točivých momentů. Rovněž je zde znázorněno, jestli se hodnota točivého momentu udávaná výrobcem nachází v námi naměřeném intervalu hodnot.



# Hyundai i30



Obr. 3.5.1 Graf porovnání točivých momentů motoru pro Hyundai i30

Naměřený točivý moment motoru se téměř přesně shoduje s hodnotou točivého momentu motoru udávaného výrobcem. Rozdíl mezi střední hodnotou naměřeného výkonu motoru a hodnotou udávanou výrobcem je pouhých 0,3 Nm. To je vzhledem k odchylkám měření zanedbatelný rozdíl.

## 3.5.2 Ford Focus kombi 1,6i 2000

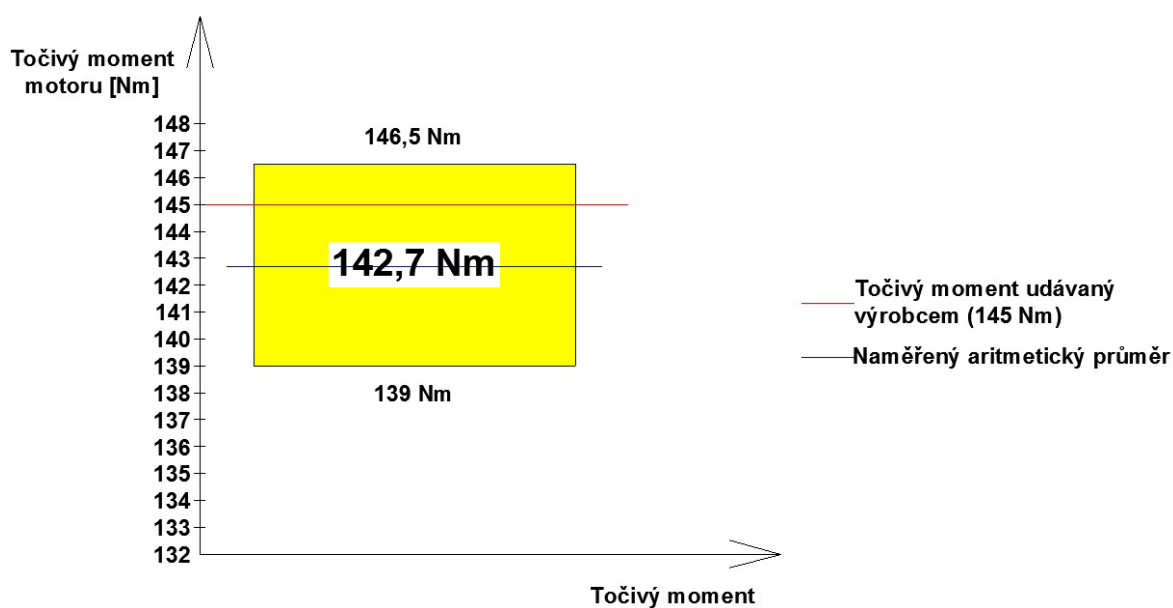
V tabulce (Tab. 3.5.2) jsou uvedeny naměřené hodnoty točivých momentů motoru získaných měřeními na válcové zkušební stanici MAHA. Tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.6) výpočet aritmetického průměru motoru, (2.3.8) standardní nejistota typu A, (2.3.11) a (2.3.12) dolní a horní odchylka. Pro hodnocení měření jsou nejdůležitějšími parametry aritmetický průměr a dolní a horní odchylka, tyto hodnoty jsou v tabulce pro názornost zvýrazněny tučně, společně s hodnotou točivého momentu dle výrobce. Kromě těchto údajů je žlutě zvýrazněna také hodnota standardní nejistoty typu A.

Tab. 3.5.2 Naměřené hodnoty točivých momentů motoru pro Ford Focus 2000

Točivý moment dle výrobce [Nm]									145							
	Točivý moment motoru [Nm]															
	Číslo měření															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	141	134	146	142	141	144	147	144	147	145	136	145	141	143	145	
aritmetický průměr	142,7															
uA	3,8															
dolní odchylka	139,0															
horní odchylka	146,5															

V grafu porovnání točivých momentů pro vozidlo Ford Focus 2000 (Obr. 3.5.2) je znázorněn interval, ve kterém se nacházejí hodnoty naměřených točivých momentů. Rovněž je zde znázorněno, jestli se hodnota točivého momentu udávaná výrobcem nachází v námi naměřeném intervalu hodnot.

## Ford Focus 2000



Obr. 3.5.2 Graf porovnání točivých momentů motoru pro Ford Focus 2000

Točivý moment motoru udávaný výrobcem se nachází v intervalu mnoha naměřených točivých momentů. Průměrná hodnota naměřených momentů motoru je však o 2,3 Nm nižší než hodnota točivého momentu udávaná výrobcem. Naměřené a udávané údaje výrobce lze považovat za shodné.

### 3.5.3 Ford Focus kombi 1,6i 2006

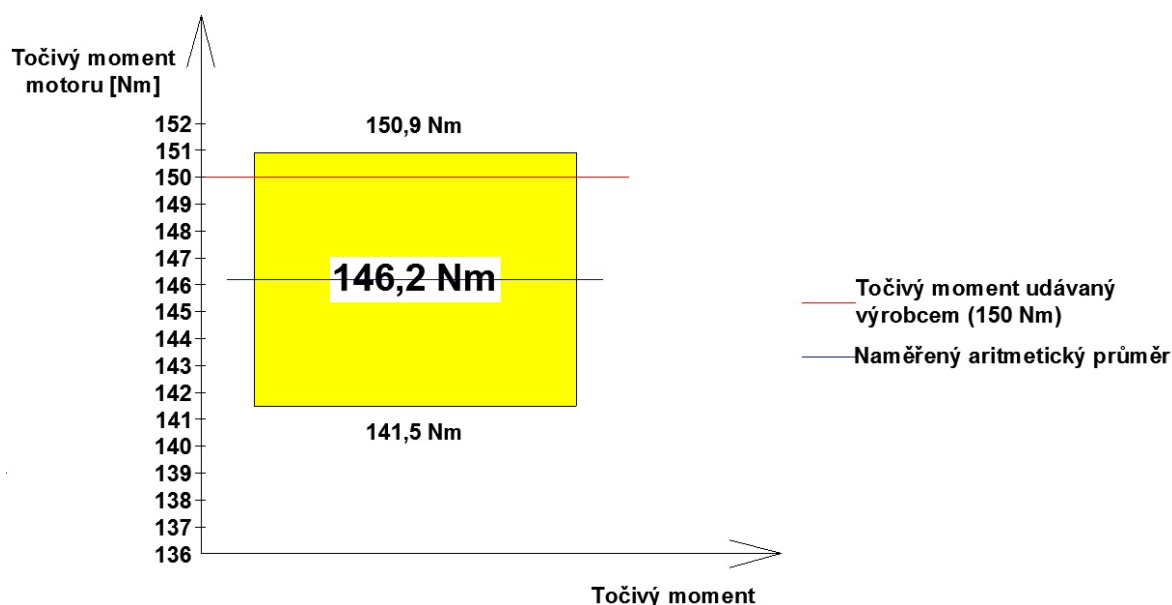
V tabulce (Tab. 3.5.3) jsou uvedeny naměřené hodnoty točivých momentů motoru získaných měření na válcové zkušební stanici MAHA. Tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.6) výpočet aritmetického průměru motoru, (2.3.8) standardní nejistota typu A, (2.3.11) a (2.3.12) dolní a horní odchylka. Pro hodnocení měření jsou nejdůležitějšími parametry aritmetický průměr a dolní a horní odchylka, tyto hodnoty jsou v tabulce pro názornost zvýrazněny tučně, společně s hodnotou točivého momentu dle výrobce. Kromě těchto údajů je žlutě zvýrazněna také hodnota standardní nejistoty typu A.

Tab. 3.5.3 Naměřené hodnoty točivých momentů motoru pro Ford Focus 2006

Točivý moment dle výrobce [Nm]								150							
	Točivý moment motoru [Nm]														
	Číslo měření														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	143	145	149	138	148	143	144	153	153	145	148	148	139	153	144
aritmetický průměr	146,2														
uA	4,7														
dolní odchylka	141,5														
horní odchylka	150,9														

V grafu porovnání točivých momentů pro vozidlo Ford Focus 2006 (Obr. 3.5.3) je znázorněn interval, ve kterém se nacházejí hodnoty naměřených točivých momentů. Rovněž je zde znázorněno, jestli se hodnota točivého momentu udávaná výrobcem nachází v námi naměřeném intervalu hodnot.

# Ford Focus 2006



Obr. 3.5.3 Graf porovnání točivých momentů motoru pro Ford Focus 2006

Z grafu (Obr. 3.5.3) je zřejmý rozdíl průměrné hodnoty naměřeného točivého momentu motoru, jež je o 3,8 Nm nižší než hodnota udávaná výrobcem vozidla, která je však obsažena v intervalu mnou naměřených hodnot točivých momentů. Z tohoto důvodu lze říct, že hodnoty udávané výrobcem a mnou naměřené hodnoty jsou shodné.

## 3.5.4 Peugeot 206 1,1i

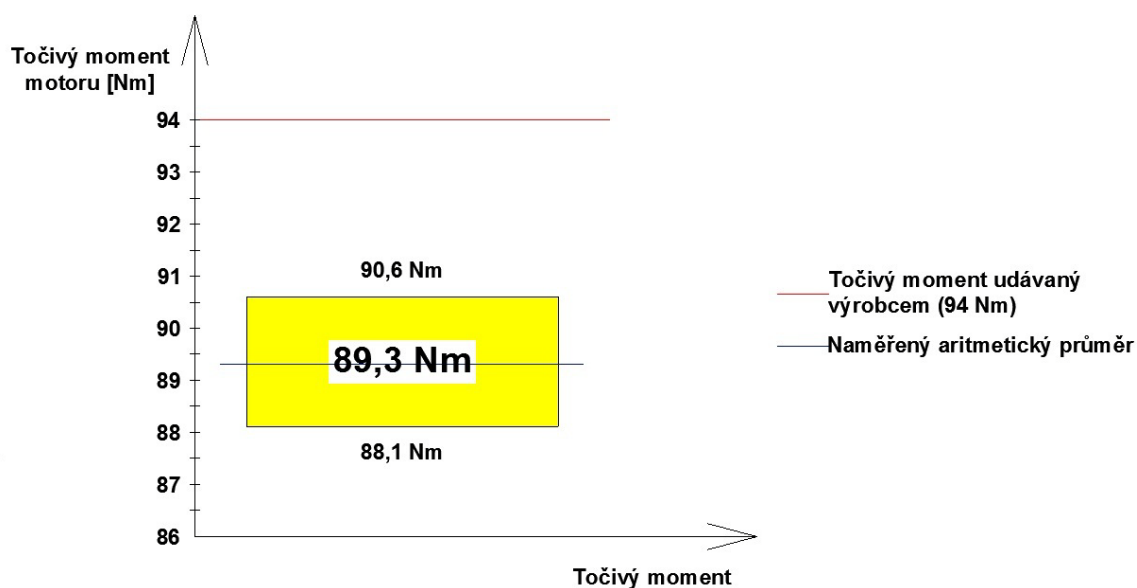
V tabulce (Tab. 3.5.4) jsou uvedeny naměřené hodnoty točivých momentů motoru získaných měření na válcové zkušební stanici MAHA. Tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.6) výpočet aritmetického průměru motoru, (2.3.8) standardní nejistota typu A, (2.3.11) a (2.3.12) dolní a horní odchylka. Pro hodnocení měření jsou nejdůležitějšími parametry aritmetický průměr a dolní a horní odchylka, tyto hodnoty jsou v tabulce pro názornost zvýrazněny tučně, společně s hodnotou točivého momentu dle výrobce. Kromě těchto údajů je žlutě zvýrazněna také hodnota standardní nejistoty typu A.

Tab. 3.5.4 Naměřené hodnoty točivých momentů motoru pro Peugeot 206

Točivý moment dle výrobce [Nm]								94							
	Točivý moment motoru [Nm]														
	Číslo měření														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	89	90	88	91	92	90	89	89	90	89	90	89	89	88	87
aritmetický průměr	89,3														
uA	1,2														
dolní odchylka	88,1														
horní odchylka	90,6														

V grafu porovnání točivých momentů pro vozidlo Peugeot 206 (Obr. 3.5.4) je znázorněn interval, ve kterém se nacházejí hodnoty naměřených točivých momentů. Rovněž je zde znázorněno, jestli se hodnota točivého momentu udávaná výrobcem nachází v námi naměřeném intervalu hodnot.

## Peugeot 206



Obr. 3.5.4 Graf porovnání točivých momentů motoru pro Peugeot 206

V případě naměřených hodnot točivých momentů motorů pro vozidlo Peugeot 206 1,1i se hodnota točivého momentu udávaná výrobcem nenachází na intervalu mnou naměřených hodnot, ale nad tímto intervalem. Rozdíl mezi udávaným točivým momentem dle výrobce a naměřenou průměrnou hodnotou je 4,7 Nm. Rozdíl mezi udávaným točivým momentem dle výrobce a horní mezí intervalu naměřených hodnot, čili nejmenší možný

rozdíl těchto hodnot je pak 3,6 Nm. Hodnoty udávané výrobcem a mnou naměřené hodnoty se tedy neshodují.

### 3.5.5 Peugeot 206 SW 1,4i

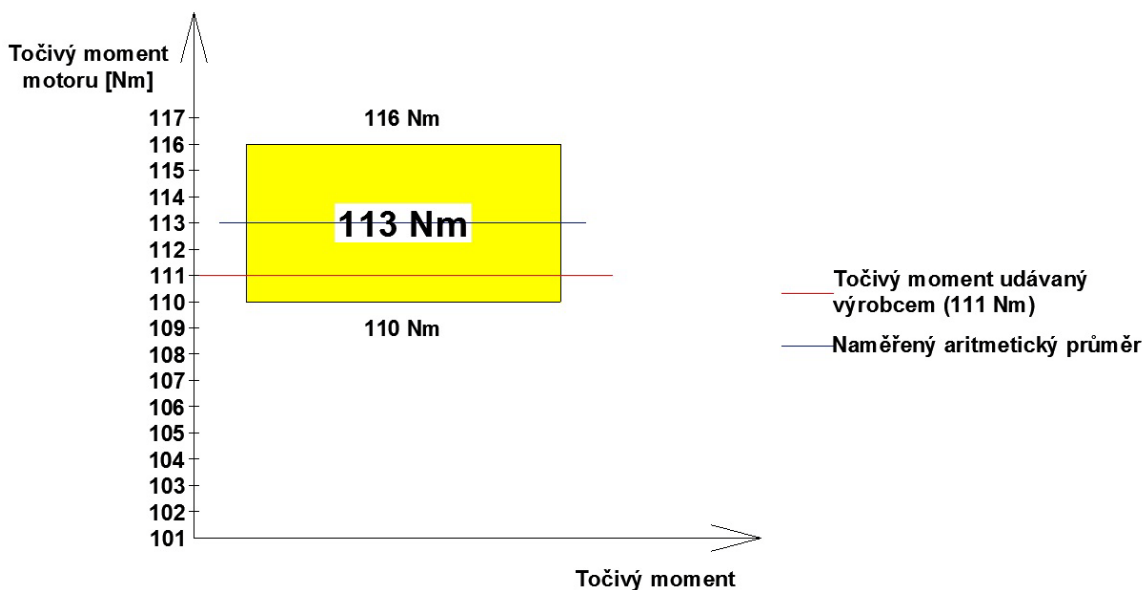
V tabulce (Tab. 3.5.5) jsou uvedeny naměřené hodnoty točivých momentů motoru získaných měření na válcové zkušební stanici MAHA. Tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.6) výpočet aritmetického průměru motoru, (2.3.8) standardní nejistota typu A, (2.3.11) a (2.3.12) dolní a horní odchylka. Pro hodnocení měření jsou nejdůležitějšími parametry aritmetický průměr a dolní a horní odchylka, tyto hodnoty jsou v tabulce pro názornost zvýrazněny tučně, společně s hodnotou točivého momentu dle výrobce. Kromě těchto údajů je žlutě zvýrazněna také hodnota standardní nejistoty typu A.

Tab. 3.5.5 Naměřené hodnoty točivých momentů motoru pro Peugeot 206 SW

Točivý moment dle výrobce [Nm]								111							
	Točivý moment motoru [Nm]														
	Číslo měření														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	112	110	109	118	113	117	111	111	111	117	114	117	114	112	109
aritmetický průměr	113,0														
uA	3,0														
dolní odchylka	110,0														
horní odchylka	116,0														

V grafu porovnání točivých momentů pro vozidlo Peugeot 206 SW (Obr. 3.5.5) je znázorněn interval, ve kterém se nacházejí hodnoty naměřených točivých momentů. Rovněž je zde znázorněno, jestli se hodnota točivého momentu udávaná výrobcem nachází v námi naměřeném intervalu hodnot.

# Peugeot 206 SW



Obr. 3.5.5 Graf porovnání točivých momentů motoru pro Peugeot 206 SW

Naměřená průměrná hodnota točivého momentu motoru je v porovnání s hodnotou udávanou výrobcem vyšší o 2 Nm a leží v intervalu mnou naměřených hodnot. Měřením tak byla prokázána shoda s údajem udávaným výrobcem.

## 3.5.6 Peugeot 1007 1,4i

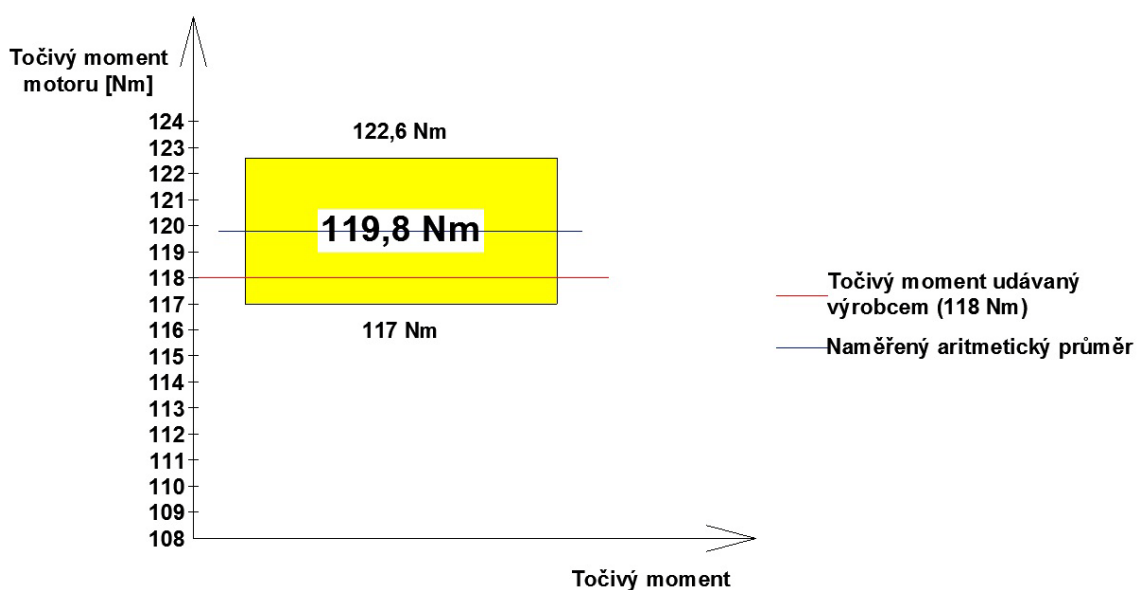
V tabulce (Tab. 3.5.6) jsou uvedeny naměřené hodnoty točivých momentů motoru získaných měření na válcové zkušební stanici MAHA. Tyto hodnoty byly podrobeny statistickému vyhodnocení dle vztahů (2.3.6) výpočet aritmetického průměru motoru, (2.3.8) standardní nejistota typu A, (2.3.11) a (2.3.12) dolní a horní odchylka. Pro hodnocení měření jsou nejdůležitějšími parametry aritmetický průměr a dolní a horní odchylka, tyto hodnoty jsou v tabulce pro názornost zvýrazněny tučně, společně s hodnotou točivého momentu dle výrobce. Kromě těchto údajů je žlutě zvýrazněna také hodnota standardní nejistoty typu A.

Tab. 3.5.6 Naměřené hodnoty točivých momentů motoru pro Peugeot 1007

Točivý moment dle výrobce [Nm]									118							
	Točivý moment motoru [Nm]															
	Číslo měření															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	113	116	122	123	123	123	119	122	120	119	120	121	120	119	117	
aritmetický průměr	119,8															
uA	2,8															
dolní odchylka	117,0															
horní odchylka	122,6															

V grafu porovnání točivých momentů pro vozidlo Peugeot 1007 (Obr. 3.5.6) je znázorněn interval, ve kterém se nacházejí hodnoty naměřených točivých momentů. Rovněž je zde znázorněno, jestli se hodnota točivého momentu udávaná výrobcem nachází v námi naměřeném intervalu hodnot.

## Peugeot 1007



Obr. 3.5.6 Graf porovnání točivých momentů motoru pro Peugeot 1007

Stejně jako v případě vozidla Peugeot 206 SW i u tohoto vozidla se udávaná hodnota točivého momentu motoru dle výrobce nachází v intervalu naměřených hodnot. Naměřený průměrný točivý moment je vyšší než hodnota točivého momentu udávaná výrobcem. V případě vozidla Peugeot 1007 je tento rozdíl 1,8 Nm.



#### 4. Konstantní hnací síla

Pod pojmem konstantní hnací síla si lze představit jízdu vozidlem do konstantního stoupání. Jízda do 100% stoupání představuje jízdu do stoupání o sklonu 45°. Mnou měřené sklony 5, 10 a 15° představují tedy jízdu do stoupání o sklonech cca 11, 22 a 33%. Na pozemních komunikacích se můžeme běžně setkat se stoupáním 12%. Proto simulovaná jízda do stoupání o sklonech 10 a 15° již byla velkou zátěží pro zkoušené automobily a zejména vozidla s nižším výkonem motoru měla s jízdou do takovýchto stoupání problém, případně se s nimi vůbec nebylo možné rozjet.

Cílem bylo porovnat naměřené hodnoty výkonů motorů všech zkoušených vozidel na válcové zkušební stanici MAHA s vypočtenými teoretickými hodnotami výkonů motorů dle odpovídajících výpočtových vztahů. Výsledky těchto porovnání tvoří rozdíly, které uvádím v tabulkách. Měření a vyhodnocení dat se řídí metodikou popsanou v kapitole 2.4.

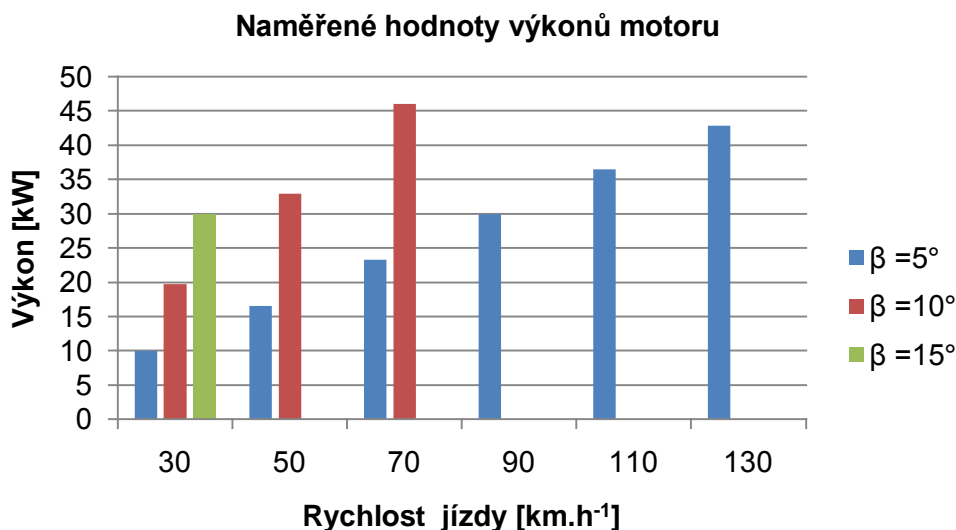
##### 4.1 Hyundai i30 1,6i

Z vypočtených hodnot dle vztahů (2.4.1) až (2.4.4) a hodnot získaných měření na válcové zkušebně MAHA jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot (Tab. 4.1), do které jsem uvedl všechny tyto hodnoty. Pro vyhodnocení výsledků jsou nejdůležitější hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených dat v kW a procentech, které jsou v tabulce zvýrazněny tučně.

Tab. 4.1 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Hyundai i30

$\beta$ [°]	$O_s$ [N]	rychlost		[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
5	1195	výkon motoru	vypočtený	[kW]	10,0	16,6	23,2	29,9	36,5	43,2
			naměřený	[kW]	10,0	16,5	23,3	29,9	36,5	42,8
			rozdíl	[kW]	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,4</b>
		rozdíl		[%]	<b>0,0</b>	<b>-0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,8</b>
10	2381	výkon motoru	vypočtený	[kW]	19,8	33,1	46,3	59,5	72,8	86,0
			naměřený	[kW]	19,7	32,9	46,0	-	-	-
			rozdíl	[kW]	<b>-0,1</b>	<b>-0,2</b>	<b>-0,3</b>	-	-	-
		rozdíl		[%]	<b>-0,7</b>	<b>-0,5</b>	<b>-0,7</b>	-	-	-
15	3550	výkon motoru	vypočtený	[kW]	29,6	49,3	69,0	88,7	108,5	128,2
			naměřený	[kW]	30,0	-	-	-	-	-
			rozdíl	[kW]	<b>0,4</b>	-	-	-	-	-
		rozdíl		[%]	<b>1,4</b>	-	-	-	-	-

V grafu naměřených hodnot výkonů motoru (Obr. 4.1) jsou znázorněny výkony motoru, kterých bylo dosaženo při simulované jízdě vozidla Hyundai i30 do stoupání při sklonech 5, 10 a 15°.



Obr. 4.1 Graf naměřených hodnot výkonů motoru pro Hyundai i30

Vozidlem Hyundai i30 bylo možno absolvovat jízdu do konstantního stoupání o sklonu 5° pro všechny testované rychlosti, jízdu do konstantního stoupání o sklonu 10° bylo možno provést pro rychlosti 30, 50 a 70 km.h<sup>-1</sup> a jízdu do konstantního stoupání o sklonu 15° bylo možno provést pouze při rychlosti 30 km.h<sup>-1</sup>. Hodnoty výkonů motoru, které k těmto jízdám byly zapotřebí jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4.1) a pro názornost také v grafu (Obr. 4.1).

Rozdíly naměřených a vypočtených hodnot v kW a v procentech jsou rovněž uvedeny v tabulce (Tab. 4.1). Rozdíly v naměřených a vypočtených hodnotách jsou však minimální a pohybují se v zpravidla v řádu desetin procent a proto mohu prohlásit naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru za shodné.

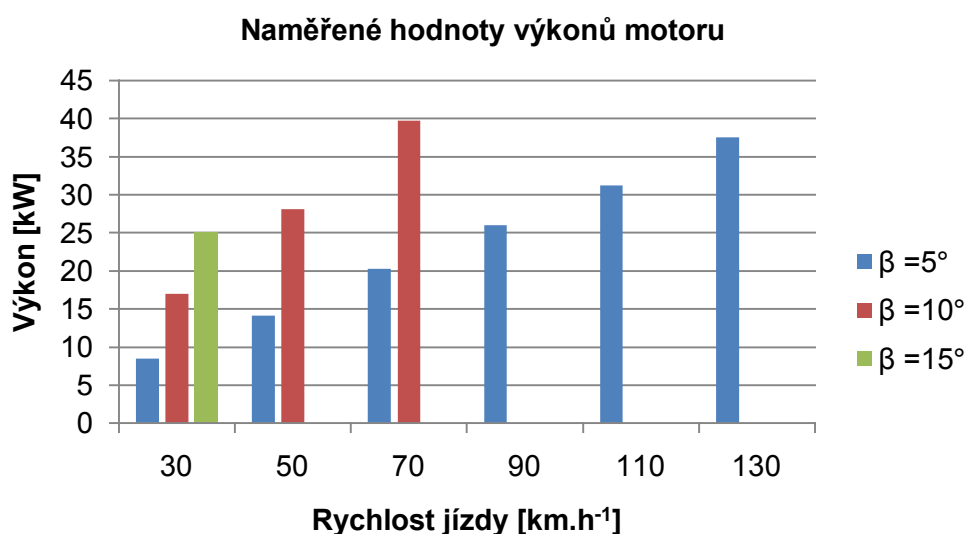
## 4.2 Ford Focus kombi 1,6i 2000

Z vypočtených hodnot dle vztahů (2.4.1) až (2.4.4) a hodnot získaných měření na válcové zkušebně MAHA jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot (Tab. 4.2), do které jsem uvedl všechny tyto hodnoty. Pro vyhodnocení výsledků jsou nejdůležitější hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených dat v kW a procentech, které jsou v tabulce zvýrazněny tučně.

Tab. 4.2 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Ford Focus 2000

$\beta$ [°]	$O_s$ [N]	rychlost		[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
5	1024	výkon motoru	vypočtený	[kW]	8,5	14,2	19,9	25,6	31,3	37,0
			naměřený	[kW]	8,5	14,1	20,3	26,0	31,2	37,5
			rozdíl	[kW]	0,0	-0,1	0,4	0,4	-0,1	0,5
		rozdíl		[%]	0,0	-0,9	1,9	1,5	-0,3	1,4
10	2041	výkon motoru	vypočtený	[kW]	17,0	28,3	39,7	51,0	62,4	73,7
			naměřený	[kW]	17,0	28,1	39,7	-	-	-
			rozdíl	[kW]	0,0	-0,2	0,0	-	-	-
		rozdíl		[%]	0,0	-0,9	0,0	-	-	-
15	3042	výkon motoru	vypočtený	[kW]	25,3	42,2	59,1	76,0	92,9	109,8
			naměřený	[kW]	25,1	-	-	-	-	-
			rozdíl	[kW]	-0,2	-	-	-	-	-
		rozdíl		[%]	-1,0	-	-	-	-	-

V grafu naměřených hodnot výkonů motoru (Obr. 4.2) jsou znázorněny výkony motoru, kterých bylo dosaženo při simulované jízdě vozidla Ford Focus 2000 do stoupání při sklonech 5, 10 a 15°.



Obr. 4.2 Graf naměřených hodnot výkonů motoru pro Ford Focus 2000

Vozidlem Ford Focus bylo možno absolvovat jízdu do konstantního stoupání o sklonu 5° pro všechny testované rychlosti, jízdu do konstantního stoupání o sklonu 10° bylo možno provést pro rychlosti 30, 50 a 70 km.h<sup>-1</sup> a jízdu do konstantního stoupání o sklonu 15° bylo možno provést pouze při rychlosti 30 km.h<sup>-1</sup>. Hodnoty výkonů motoru, které k těmto jízdám byly zapotřebí jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4.2) a pro názornost také v grafu (Obr. 4.2).

Rozdíly naměřených a vypočtených hodnot v kW a v procentech jsou rovněž uvedeny v tabulce (Tab. 4.2). Rozdíly v naměřených a vypočtených hodnotách jsou však minimální a pohybují se v zpravidla v řádu desetin procent. Z toho důvodu lze považovat naměřené a vypočtené hodnoty za shodné.

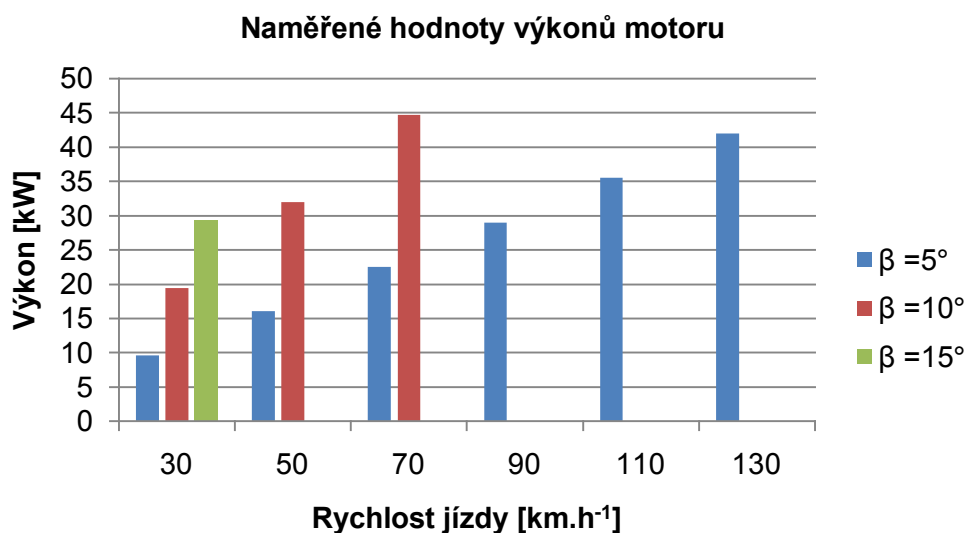
### 4.3 Ford Focus kombi 1,6i 2006

Z vypočtených hodnot dle vztahů (2.4.1) až (2.4.4) a hodnot získaných měření na válcové zkušebně MAHA jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot (Tab. 4.3), do které jsem uvedl všechny tyto hodnoty. Pro vyhodnocení výsledků jsou nejdůležitější hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených dat v kW a procentech, které jsou v tabulce zvýrazněny tučně.

Tab. 4.3 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Ford Focus 2006

$\beta$ [°]	$O_s$ [N]	rychlost		[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
5	1160	výkon motoru	vypočtený	[kW]	9,7	16,1	22,6	29,0	35,5	41,9
			naměřený	[kW]	9,6	16,1	22,5	29,0	35,5	42,0
			rozdíl	[kW]	<b>0,0</b>	<b>-0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>
		rozdíl		[%]	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
10	2312	výkon motoru	vypočtený	[kW]	19,3	32,1	44,9	57,8	70,6	83,5
			naměřený	[kW]	19,4	32,0	44,7	-	-	-
			rozdíl	[kW]	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>-0,2</b>	-	-	-
		rozdíl		[%]	<b>0,0</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,6</b>	-	-	-
15	3445	výkon motoru	vypočtený	[kW]	28,7	47,9	67,0	86,1	105,3	124,4
			naměřený	[kW]	29,4	-	-	-	-	-
			rozdíl	[kW]	<b>0,7</b>	-	-	-	-	-
		rozdíl		[%]	<b>2,4</b>	-	-	-	-	-

V grafu naměřených hodnot výkonů motoru (Obr. 4.3) jsou znázorněny výkony motoru, kterých bylo dosaženo při simulované jízdě vozidla Ford Focus 2006 do stoupání při sklonech 5, 10 a 15°.



Obr. 4.3 Graf naměřených hodnot výkonů motoru pro Ford Focus 2006

Vozidlem Ford Focus 2006 bylo možné stejně jako v obou předcházejících případech absolvovat simulované stoupání až do sklonu 15° a to rychlostí 30 km.h<sup>-1</sup>. Stoupání o sklonu 10° bylo možné absolvovat rychlostí nejvýše 70 km.h<sup>-1</sup> a 5° stoupání pak všemi rychlostmi, pro které bylo měření prováděno. Hodnoty výkonů motoru, které k těmto jízdám byly zapotřebí jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4.3) a pro názornost také v grafu (Obr. 4.3).

Rozdíly naměřených a vypočtených hodnot v kW a v procentech jsou rovněž uvedeny v tabulce (Tab. 4.3). Rozdíly v naměřených a vypočtených hodnotách jsou však minimální a pohybují se v zpravidla v řádu desetin procent, s výjimkou rozdílu hodnot pro jízdu do stoupání o sklonu 15°, kde se jedná o rozdíl hodnot 2,4 %. Ani toto číslo však nic nemění na konečném hodnocení, které potvrzuje shodu naměřených a vypočtených hodnot.

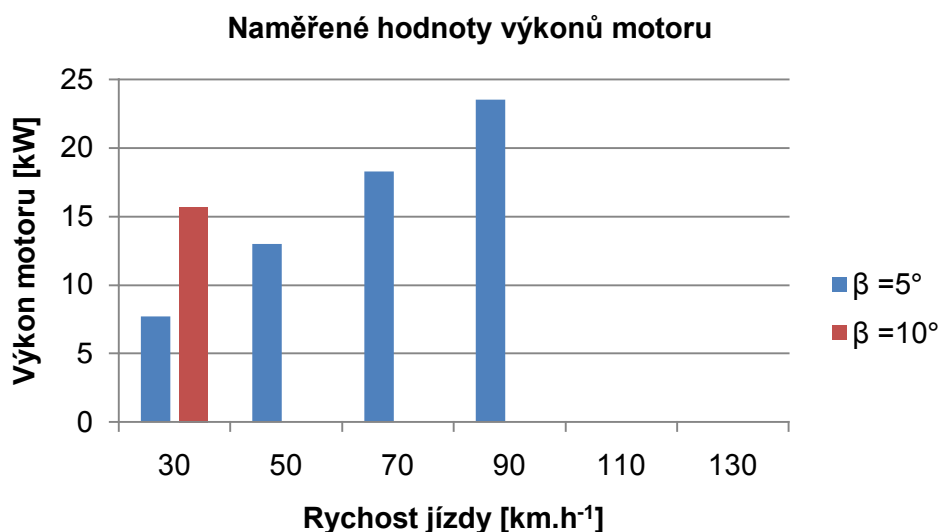
#### 4.4 Peugeot 206 1,1i

Z vypočtených hodnot dle vztahů (2.4.1) až (2.4.4) a hodnot získaných měření na válcové zkušebně MAHA jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot (Tab. 4.4), do které jsem uvedl všechny tyto hodnoty. Pro vyhodnocení výsledků jsou nedůležitější hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených dat v kW a procentech, které jsou v tabulce zvýrazněny tučně.

Tab. 4.4 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 206

$\beta$ [°]	$O_s$ [N]	rychlost		[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
5	940	výkon motoru	vypočtený	[kW]	7,8	13,1	18,3	23,5	28,7	34,0
			naměřený	[kW]	7,7	13,0	18,3	23,5	-	-
			rozdíl	[kW]	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-	-
		rozdíl		[%]	-1,8	-0,5	0,0	0,0	-	-
10	1874	výkon motoru	vypočtený	[kW]	15,6	26,0	36,4	46,8	57,3	67,7
			naměřený	[kW]	15,7	-	-	-	-	-
			rozdíl	[kW]	0,1	-	-	-	-	-
		rozdíl		[%]	0,5	-	-	-	-	-

V grafu naměřených hodnot výkonů motoru (Obr. 4.4) jsou znázorněny výkony motoru, kterých bylo dosaženo při simulované jízdě vozidla Peugeot 206 do stoupání při sklonech 5 a 10°.



Obr. 4.4 Graf naměřených hodnot výkonů motoru pro Peugeot 206

Vozidlem Peugeot 206 bylo možno absolvovat jízdu do konstantního stoupání o sklonu 5° pouze pro rychlosti 30, 50, 70 a 90 km.h<sup>-1</sup> a jízdu do konstantního stoupání o sklonu 10° bylo možno provést pouze pro rychlost 30 km.h<sup>-1</sup>. Jízdu do konstantního stoupání o sklonu 15° nebylo možno provést vůbec. Hodnoty výkonů motoru, které k těmto jízdám byly zapotřebí jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4.4) a pro názornost také v grafu (Obr. 4.4).

Rozdíl naměřených a vypočtených hodnot v kW a v procentech je rovněž uveden v tabulce (Tab. 4.4). Rozdíly v naměřených a vypočtených hodnotách jsou však minimální a pohybují se v zpravidla v řádu desetin procent s výjimkou jízdy do stoupání o sklonu 5°

při rychlosti 30 km.h<sup>-1</sup>, kdy byl rozdíl téměř 2 procenta. Ani toto číslo však nic nemění na konečném hodnocení, které potvrzuje shodu naměřených a vypočtených hodnot.

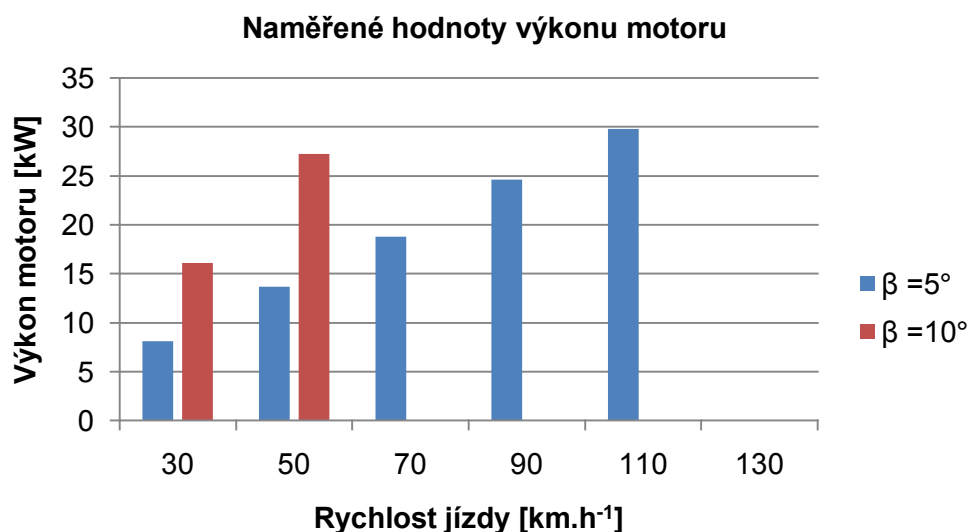
#### 4.5 Peugeot 206 SW 1,4i

Z vypočtených hodnot dle vztahů (2.4.1) až (2.4.4) a hodnot získaných měření na válcové zkušebně MAHA jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot (Tab. 4.5), do které jsem uvedl všechny tyto hodnoty. Pro vyhodnocení výsledků jsou nedůležitější hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených dat v kW a procentech, které jsou v tabulce zvýrazněny tučně.

Tab. 4.5 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 206 SW

$\beta$ [°]	$O_s$ [N]	rychlost		[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
5	979	výkon motoru	vypočtený	[kW]	8,2	13,6	19,0	24,5	29,9	35,4
			naměřený	[kW]	8,1	13,7	18,8	24,6	29,8	-
			rozdíl	[kW]	<b>-0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,1</b>	-
		rozdíl		[%]	<b>-0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>-1,2</b>	<b>0,5</b>	<b>-0,4</b>	-
10	1950	výkon motoru	vypočtený	[kW]	16,3	27,1	37,9	48,8	59,6	70,4
			naměřený	[kW]	16,1	27,2	-	-	-	-
			rozdíl	[kW]	<b>-0,2</b>	<b>0,1</b>	-	-	-	-
		rozdíl		[%]	<b>-0,9</b>	<b>0,4</b>	-	-	-	-

V grafu naměřených hodnot výkonů motoru (Obr. 4.5) jsou znázorněny výkony motoru, kterých bylo dosaženo při simulované jízdě vozidla Peugeot 206 SW do stoupání při sklonech 5 a 10°.



Obr. 4.5 Graf naměřených hodnot výkonů motoru pro Peugeot 206 SW

Vozidlem Peugeot 206 SW bylo možno absolvovat jízdu do konstantního stoupání o sklonu 5° pouze pro rychlosti 30, 50, 70, 90 a 110 km.h<sup>-1</sup>, jízdu do konstantního stoupání o sklonu 10° bylo možno provést pro rychlosti 30 a 50 km.h<sup>-1</sup> a jízdu do konstantního stoupání o sklonu 15° nebylo možno provést vůbec. Hodnoty výkonů motoru, které k těmto jízdám byly zapotřebí, jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4.5) a pro názornost také v grafu (Obr. 4.5).

Rozdíl naměřených a vypočtených hodnot v kW a v procentech je rovněž uveden v tabulce (Tab. 4.5). Rozdíly v naměřených a vypočtených hodnotách jsou však minimální a pohybují se v zpravidla v řádu desetin procent. Proto lze výsledky naměřených a vypočtených hodnot považovat za shodné.

#### 4.6 Peugeot 1007 1,4i

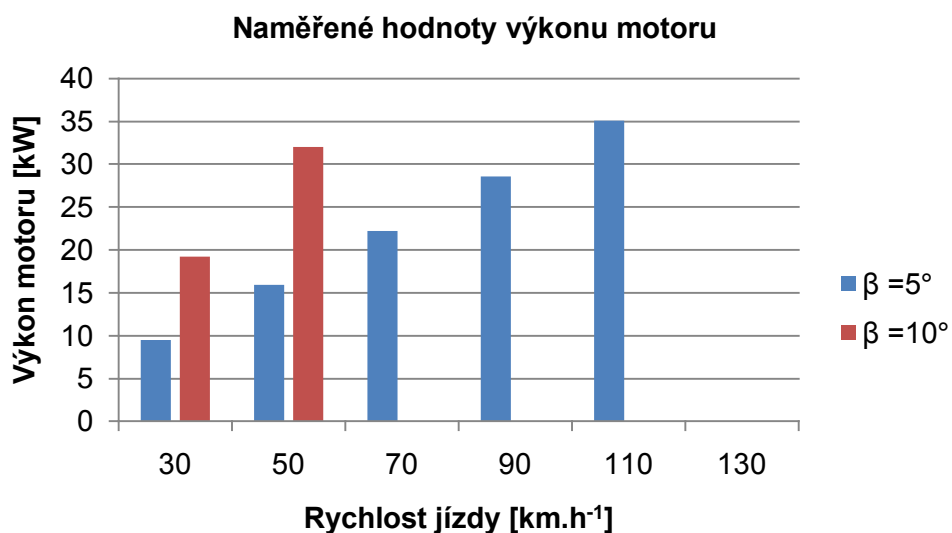
Z vypočtených hodnot dle vztahů (2.4.1) až (2.4.4) a hodnot získaných měření na válcové zkušebně MAHA jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot (Tab. 4.6), do které jsem uvedl všechny tyto hodnoty. Pro vyhodnocení výsledků jsou nedůležitější hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených dat v kW a procentech, které jsou v tabulce zvýrazněny tučně.

Tab. 4.6 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 1007

$\beta$ [°]	$O_s$ [N]	rychlost		[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
5	1146	výkon motoru	vypočtený	[kW]	9,5	15,9	22,3	28,6	35,0	41,4
			naměřený	[kW]	9,5	15,9	22,2	28,6	35,1	-
			rozdl	[kW]	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	-
		rozdl		[%]	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>-0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	-
10	2283	výkon motoru	vypočtený	[kW]	19,0	31,7	44,4	57,1	69,7	82,4
			naměřený	[kW]	19,2	32,0	-	-	-	-
			rozdl	[kW]	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	-	-	-	-
		rozdl		[%]	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	-	-	-	-

V grafu naměřených hodnot výkonů motoru (Obr. 4.6) jsou znázorněny výkony motoru, kterých bylo dosaženo při simulované jízdě vozidla Peugeot 1007 do stoupání při sklonech 5 a 10°.





Obr. 4.6 Graf naměřených hodnot výkonů motoru pro Peugeot 1007

Vozidlem Peugeot 1007 bylo možno absolvovat jízdu do konstantního stoupání o sklonu  $5^\circ$  pouze pro rychlosti 30, 50, 70, 90 a 110 km.h<sup>-1</sup>, jízdu do konstantního stoupání o sklonu  $10^\circ$  bylo možno provést pro rychlosti 30 a 50 km.h<sup>-1</sup> a jízdu do konstantního stoupání o sklonu  $15^\circ$  nebylo možno provést vůbec. Hodnoty výkonů motoru, které k těmto jízdám byly zapotřebí, jsou uvedeny v tabulce (Tab. 4.6) a pro názornost také v grafu (Obr. 4.6).

Rozdíl naměřených a vypočtených hodnot v kW a v procentech je rovněž uveden v tabulce (Tab. 4.6). Rozdíly v naměřených a vypočtených hodnotách jsou však minimální a pohybují se v zpravidla v řádu desetin procent. Proto lze naměřená a vypočtená data výkonů motoru považovat za shodné.

## 5. Simulace jízdy, jízdní cykly

K ověření teoretických hodnot výkonů motorů při jízdě vozidla po rovině slouží právě simulace jízdy a jízdních cyklů. Při této simulaci jsou zohledněny odpory větru a odporu valení, které působí při jízdě vozidla danou rychlostí. Úkolem je porovnat hodnoty stanovené výpočtem a hodnoty, které byly zjištěny měřením. Při měření byla všechna vozidla schopna absolvovat zkoušky při všech předem definovaných rychlostech a proto jsou také výsledné tabulky a grafy kompletní. Měření všech vozidel bylo prováděno na válcové zkušební stanici MAHA dle pokynů popsaných v metodice uvedené v kapitole 2.5, stejně tak, jako vyhodnocení naměřených dat.

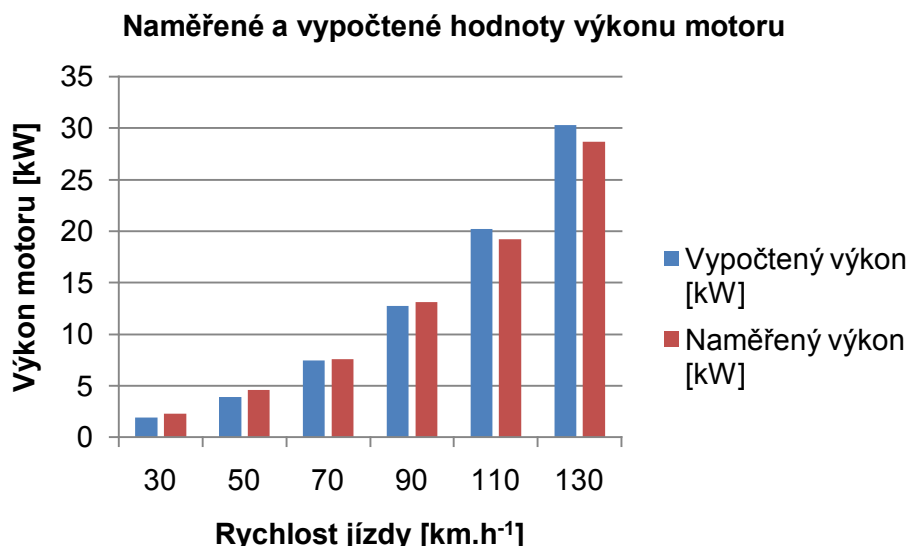
### 5.1 Hyundai i30 1,6i

Na základě výpočtových vztahů pro součinitel odporu valení  $f$  (2.5.3), odpor valení  $O_f$  (2.5.2), odpor vzduchu  $O_v$  (2.5.4) a vypočtený výkon motoru  $P_A$  (2.5.4) uvedených v kapitole 2.5 jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru (Tab. 5.1). Do této tabulky jsem doplnil data naměřených výkonů motoru na válcové zkušebně MAHA. Následně jsem provedl výpočet rozdílu naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru dle vztahů (2.5.5) a (2.5.6), tyto hodnoty jsem rovněž zapsal do této tabulky. Pro hodnocení výsledků měření jsou důležité hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených hodnot, které jsou v tabulce zvýrazněny žlutě a tučně.

Tab. 5.1 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Hyundai i30

	rychlost	[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
	$f$	[-]	0,015	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023
	$O_f$	[N]	205,7	205,7	232,5	259,2	285,9	312,7
	$O_v$	[N]	28,0	77,7	152,4	251,9	376,2	525,5
Výkon	vypočtený	[kW]	1,9	3,9	7,5	12,8	20,2	30,3
	naměřený	[kW]	2,3	4,6	7,6	13,1	19,2	28,7
	rozdíl	[kW]	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>-1,0</b>	<b>-1,6</b>
	rozdíl	[%]	<b>18,1</b>	<b>16,8</b>	<b>1,6</b>	<b>2,5</b>	<b>-5,1</b>	<b>-5,2</b>

V grafu (Obr. 5.1) je graficky znázorněn rozdíl naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru potřebných pro jízdu vozidlem Hyundai i30 pro jednotlivé rychlosti jízdy.



Obr. 5.1 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Hyundai i30

Porovnáním naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru pro vozidlo Hyundai i30 zjišťují, že rozdíl mezi těmito hodnotami je pro rychlosti 30 až 90 km.h<sup>-1</sup> nižší než 1 kW a také rozdíl mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami je kladný. Pro rychlosti 110 a 130 km.h<sup>-1</sup> jsou pak rozdíly mezi vypočtenými a naměřenými hodnotami záporné a mají hodnoty -1 a -1,6 kW. Procentuální vyjádření rozdílu pro rychlosti 30 a 50 km.h<sup>-1</sup> je vysoké, protože bylo počítáno z velmi nízkých hodnot výkonů motoru. Výsledky naměřených a vypočtených hodnot se výrazně neliší a vzhledem k možným odchylkám při měření lze tyto výsledky považovat za shodné.

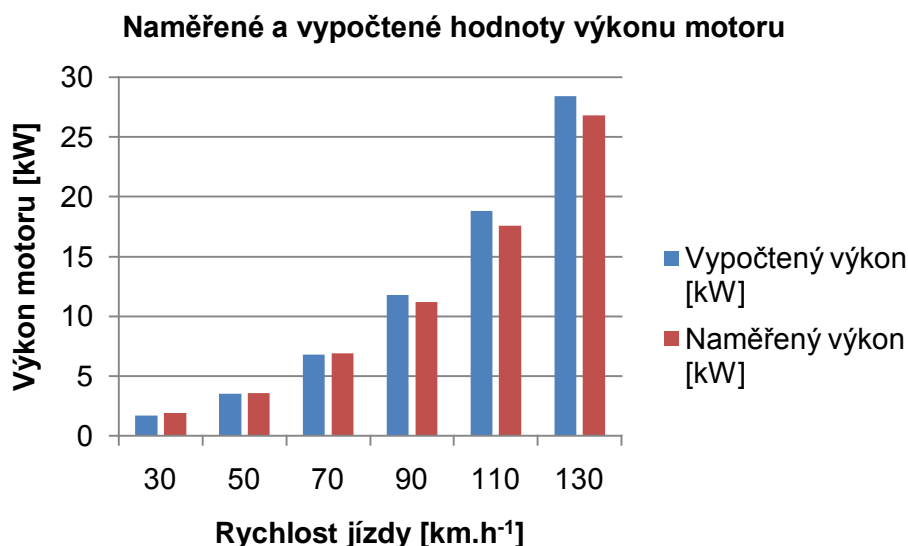
## 5.2 Ford Focus kombi 1,6i 2000

Na základě výpočtových vztahů pro součinitel odporu valení  $f$  (2.5.3), odpor valení  $O_f$  (2.5.2), odpor vzduchu  $O_v$  (2.5.4) a vypočtený výkon motoru  $P_A$  (2.5.4) uvedených v kapitole 2.5 jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru (Tab. 5.2). Do této tabulky jsem doplnil data naměřených výkonů motoru na válcové zkušebně MAHA. Následně jsem provedl výpočet rozdílu naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru dle vztahů (2.5.5) a (2.5.6), tyto hodnoty jsem rovněž zapsal do této tabulky. Pro hodnocení výsledků měření jsou důležité hodnoty rozdílu naměřených a vypočtených hodnot, které jsou v tabulce zvýrazněny žlutě a tučně.

Tab. 5.2 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Ford Focus 2000

	rychlost	[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
	f	[-]	0,015	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023
	O <sub>f</sub>	[N]	176,3	176,3	199,2	222,1	245,0	268,0
	O <sub>v</sub>	[N]	27,6	76,7	150,3	248,4	371,1	518,3
Výkon	vypočtený	[kW]	1,7	3,5	6,8	11,8	18,8	28,4
	naměřený	[kW]	1,9	3,6	6,9	11,2	17,6	26,8
	rozdíl	[kW]	0,2	0,1	0,1	-0,6	-1,2	-1,6
	rozdíl	[%]	12,1	3,1	2,4	-3,8	-5,4	-4,4

V grafu (Obr. 5.2) je graficky znázorněn rozdíl naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru potřebných pro jízdu vozidlem Ford Focus 2000 pro jednotlivé rychlosti jízdy.



Obr. 5.2 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Ford Focus 2000

Z tabulky (Tab. 5.2) vyplývá, že rozdíl mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami pro rychlosti 30 až 70 km.h<sup>-1</sup> je 0,2, resp. 0,1 kW, což jsou minimální rozdíly. Pro rychlost 90 km.h<sup>-1</sup> je rozdíl záporný -0,6 kW, ale také velmi nízký. Pro rychlosti 110 a 130 km.h<sup>-1</sup> jsou rozdíly hodnot také záporné a mají hodnoty -1,2 a -1,6 kW. Také rozdíly udávané v procentech jsou minimální. Výsledky naměřených a vypočtených hodnot se výrazně neliší a vzhledem k možným odchylkám při měření lze tyto výsledky považovat za shodné.

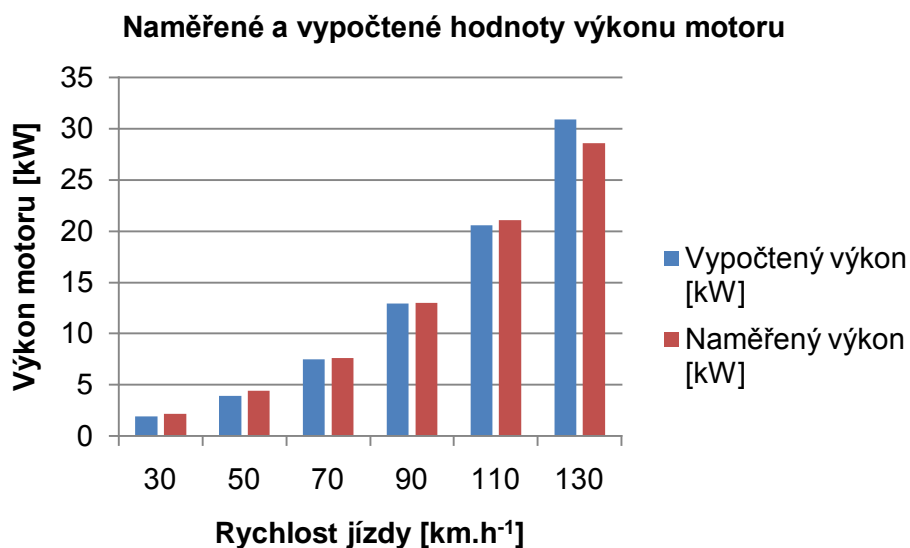
### 5.3 Ford Focus kombi 1,6i 2006

Na základě výpočtových vztahů pro součinitel odporu valení  $f$  (2.5.3), odpor valení  $O_f$  (2.5.2), odpor vzduchu  $O_v$  (2.5.4) a vypočtený výkon motoru  $P_A$  (2.5.4) uvedených v kapitole 2.5 jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru (Tab. 5.3). Do této tabulky jsem doplnil data naměřených výkonů motoru na válcové zkušebně MAHA. Následně jsem provedl výpočet rozdílu naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru dle vztahů (2.5.5) a (2.5.6), tyto hodnoty jsem rovněž zapsal do této tabulky. Pro hodnocení výsledků měření jsou důležité hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených hodnot, které jsou v tabulce zvýrazněny žlutě a tučně.

Tab. 5.3 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Ford Focus 2006

	rychlost	[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
	f	[-]	0,015	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023
	O <sub>f</sub>	[N]	199,7	199,7	225,6	251,6	277,6	303,5
	O <sub>v</sub>	[N]	29,4	81,8	160,3	265,0	395,8	552,8
Výkon	vypočtený	[kW]	1,9	3,9	7,5	12,9	20,6	30,9
	naměřený	[kW]	2,2	4,4	7,6	13	21,1	28,6
	rozdíl	[kW]	0,3	0,5	0,1	0,1	0,5	-2,3
	rozdíl	[%]	15,2	12,6	1,3	0,7	2,6	-7,5

V grafu (Obr. 5.3) je graficky znázorněn rozdíl naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru potřebných pro jízdu vozidlem Ford Focus 2006 pro jednotlivé rychlosti jízdy.



Obr. 5.3 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Ford Focus 2006

Porovnáním výsledků uvedených v tabulce (Tab. 5.3) zjistíme, že rozdíly naměřených a vypočtených hodnot se pro rychlosti 30,50,70,90 a 110 km.h<sup>-1</sup> jsou kladné a pohybují se v řádech desetin kW. Tomu odpovídá také procentuální vyjádření rozdílu. Větší rozdíl naměřené a vypočtené hodnoty nastal při jízdě rychlostí 130 km.h<sup>-1</sup> a sice -2,3 kW, resp. 7,5 %. Jedná se sice o největší rozdíl naměřených a vypočtených hodnot, ale vzhledem k odchylkám měření válcové zkušební stanice MAHA je možno tyto výsledky považovat za shodné.

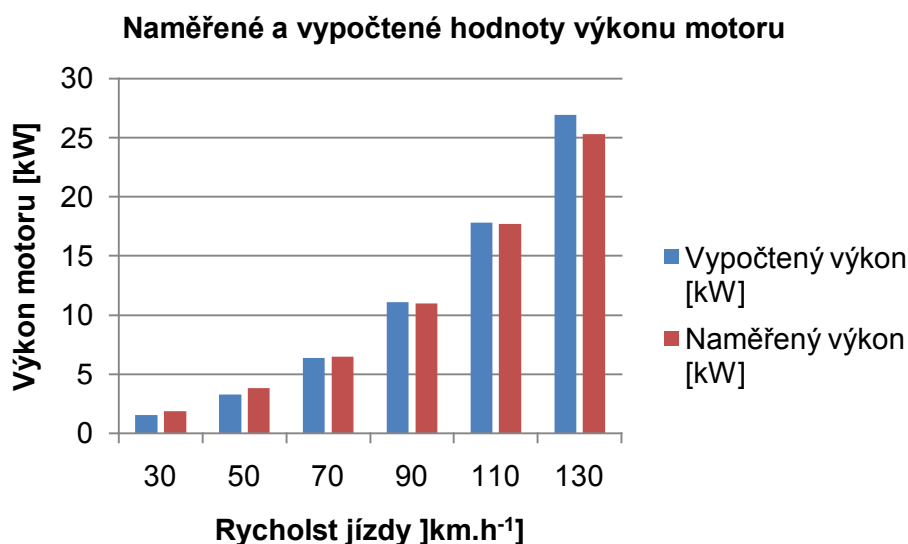
#### 5.4 Peugeot 206 1,1i

Na základě výpočtových vztahů pro součinitel odporu valení  $f$  (2.5.3), odpor valení  $O_f$  (2.5.2), odpor vzduchu  $O_v$  (2.5.4) a vypočtený výkon motoru  $P_A$  (2.5.4) uvedených v kapitole 2.5 jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru (Tab. 5.4). Do této tabulky jsem doplnil data naměřených výkonů motoru na válcové zkušebně MAHA. Následně jsem provedl výpočet rozdílu naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru dle vztahů (2.5.5) a (2.5.6), tyto hodnoty jsem rovněž zapsal do této tabulky. Pro hodnocení výsledků měření jsou důležité hodnoty rozdílu naměřených a vypočtených hodnot, které jsou v tabulce zvýrazněny žlutě a tučně.

Tab. 5.4 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 206

	rychlost	[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
	f	[-]	0,015	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023
	O <sub>f</sub>	[N]	161,9	161,9	182,9	203,9	203,9	246,0
	O <sub>v</sub>	[N]	26,6	73,9	144,9	239,6	357,9	499,9
Výkon	vypočtený	[kW]	1,6	3,3	6,4	11,1	17,8	26,9
	naměřený	[kW]	1,9	3,8	6,5	11	17,7	25,3
	rozdíl	[kW]	0,3	0,5	0,1	-0,1	-0,1	-1,6
	rozdíl	[%]	21,0	16,0	2,0	-0,8	-0,6	-6,1

V grafu (Obr. 5.4) je graficky znázorněn rozdíl naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru potřebných pro jízdu vozidlem Peugeot 206 pro jednotlivé rychlosti jízdy.



Obr. 5.4 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 206

Z hodnot uvedených v tabulce (Tab. 5.4) je patrné, že rozdíl naměřených a vypočtených hodnot pro rychlosti 30, 50 a 70 km.h<sup>-1</sup> je minimální, v řádu desetin kW. Pro rychlosti 90 a 110 km.h<sup>-1</sup> je rozdíl shodně -0,1 kW, je tedy zanedbatelný. Největší odchylka od naměřené a vypočtené hodnoty byla v případě simulace jízdy rychlostí 130 km.h<sup>-1</sup> a to -1,6 kW. Také tato odchylka se však dá považovat za přípustnou. V procentuálním vyjádření rozdílů výsledků se objevily vyšší hodnoty pouze u rychlostí 30 a 50 km.h<sup>-1</sup>, což je způsobeno nízkými hodnotami výkonů, ze kterých byly tyto hodnoty počítány. Výsledky naměřených a vypočtených hodnot se výrazně neliší a vzhledem k možným odchylkám při měření lze tyto výsledky považovat za shodné.

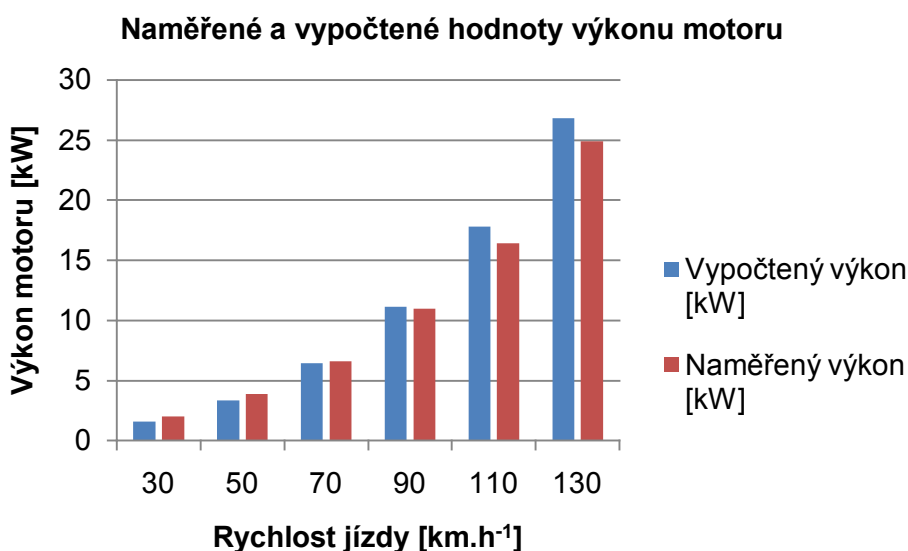
## 5.5 Peugeot 206 SW 1,4 i

Na základě výpočtových vztahů pro součinitel odporu valení  $f$  (2.5.3), odpor valení  $O_f$  (2.5.2), odpor vzduchu  $O_v$  (2.5.4) a vypočtený výkon motoru  $P_A$  (2.5.4) uvedených v kapitole 2.5 jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru (Tab. 5.5). Do této tabulky jsem doplnil data naměřených výkonů motoru na válcové zkušebně MAHA. Následně jsem provedl výpočet rozdílu naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru dle vztahů (2.5.5) a (2.5.6), tyto hodnoty jsem rovněž zapsal do této tabulky. Pro hodnocení výsledků měření jsou důležité hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených hodnot, které jsou v tabulce zvýrazněny žlutě a tučně.

Tab. 5.5 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 206 SW

	rychlost	[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
	f	[-]	0,015	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023
	O <sub>f</sub>	[N]	168,5	168,5	190,4	212,3	234,2	256,1
	O <sub>v</sub>	[N]	25,9	72,0	141,2	233,4	348,7	487,0
Výkon	vypočtený	[kW]	1,6	3,3	6,4	11,1	17,8	26,8
	naměřený	[kW]	2	3,9	6,6	11	16,4	24,9
	rozdíl	[kW]	0,4	0,6	0,2	-0,1	-1,4	-1,9
	rozdíl	[%]	23,4	16,7	2,4	-1,3	-7,9	-7,2

V grafu (Obr. 5.5) je graficky znázorněn rozdíl naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru potřebných pro jízdu vozidlem Peugeot 206 SW pro jednotlivé rychlosti jízdy.



Obr. 5.5 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 206 SW

Hodnoty vztahující se k vozidlu Peugeot 206 SW uvedené v tabulce (Tab. 5.5) udávají, jak se lišily naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro jednotlivé rychlosti. Pro všechny rychlosti jsou rozdíly v řádech desetin kW, ale u rychlostí 90 až 130 km.h<sup>-1</sup> jsou tyto rozdíly záporné. V procentuálním vyjádření rozdílu výsledků se objevily vyšší hodnoty pouze u rychlostí 30 a 50 km.h<sup>-1</sup>, což je způsobeno nízkými hodnotami výkonů, ze kterých byly tyto hodnoty počítány. Výsledky naměřených a vypočtených hodnot se výrazně neliší a vzhledem k možným odchylkám při měření lze tyto výsledky považovat za shodné.



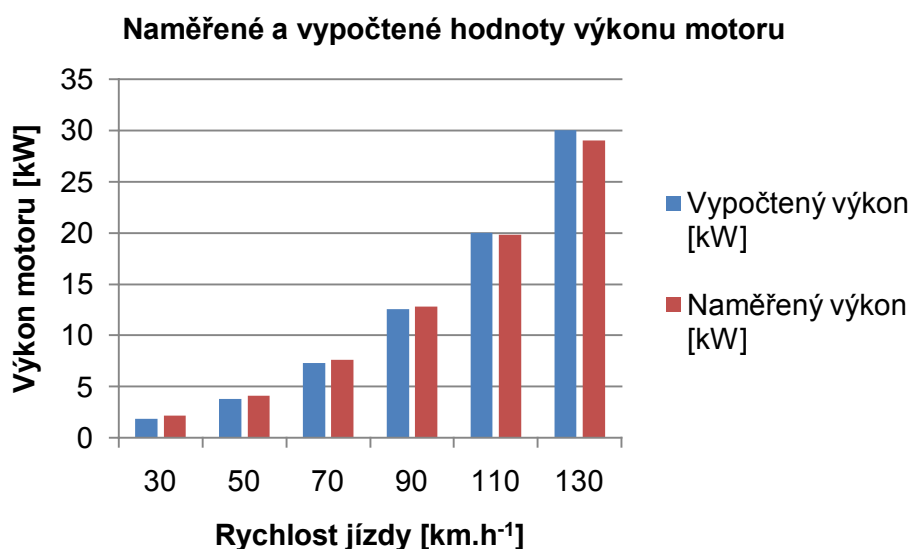
## 5.6 Peugeot 1007 1,4i

Na základě výpočtových vztahů pro součinitel odporu valení  $f$  (2.5.3), odpor valení  $O_f$  (2.5.2), odpor vzduchu  $O_v$  (2.5.4) a vypočtený výkon motoru  $P_A$  (2.5.4) uvedených v kapitole 2.5 jsem sestavil tabulku naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru (Tab. 5.6). Do této tabulky jsem doplnil data naměřených výkonů motoru na válcové zkušebně MAHA. Následně jsem provedl výpočet rozdílu naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru dle vztahů (2.5.5) a (2.5.6), tyto hodnoty jsem rovněž zapsal do této tabulky. Pro hodnocení výsledků měření jsou důležité hodnoty rozdílů naměřených a vypočtených hodnot, které jsou v tabulce zvýrazněny žlutě a tučně.

Tab. 5.6 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 1007

	rychlost	[km.h <sup>-1</sup> ]	30	50	70	90	110	130
	f	[-]	0,015	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023
	O <sub>f</sub>	[N]	197,2	197,2	222,8	248,4	274,1	299,7
	O <sub>v</sub>	[N]	28,3	78,7	154,3	255,0	380,9	532,1
Výkon	vypočtený	[kW]	1,9	3,8	7,3	12,6	20,0	30,0
	naměřený	[kW]	2,2	4,1	7,6	12,8	19,8	29
	rozdíl	[kW]	0,3	0,3	0,3	0,2	-0,2	-1,0
	rozdíl	[%]	17,1	7,0	3,7	1,7	-1,1	-3,5

V grafu (Obr. 5.6) je graficky znázorněn rozdíl naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru potřebných pro jízdu vozidlem Peugeot 1007 pro jednotlivé rychlosti jízdy.



Obr. 5.6 Naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motoru pro Peugeot 1007

Tabulka (Tab. 5.6) uvádí přehled výsledků naměřených a vypočtených hodnot výkonů motoru pro jednotlivé rychlosti, při kterých bylo vozidlo Peugeot 1007 testováno. Pro všechny rychlosti platí, že rozdíly mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami jsou v řádu desetin kW a jsou tedy minimální. To potvrzuje také procentuální vyjádření výsledků, kdy výraznější odchylka byla pouze v případě jízdy vozidla rychlostí  $30 \text{ km.h}^{-1}$  a to 17,1 %, což je způsobeno velice nízkými hodnotami, ze kterých byla tato hodnota počítána. Výsledky naměřených a vypočtených hodnot se výrazně neliší a vzhledem k možným odchylkám při měření lze tyto výsledky považovat za shodné.

## 6. Závěry a doporučení

V této diplomové práci jsem se zabýval ověřením dynamických a statických charakteristik automobilů.

Aby bylo možno provádět testování vozidlových charakteristik, bylo nutné sestavit metodiku pro měření na válcové zkušební stanici funkcí a výkonu MAHA LPS 2000, která udává jak má testování vozidel probíhat. Udává tedy podmínky, při kterých lze zkoušení provádět, způsob jakým se mají zkoušení provádět a počty měření, které jsou potřebné k pozdějšímu vyhodnocení výsledků měření. Mnou vytvořená metodika uvádí, jaká jsou kritéria hodnocení výsledků měření.

Při kontinuálním měření výkonů motorů jsem za pomoci mnou vytvořené metodiky zjišťoval jakých maximálních výkonů a točivých momentů dosahují motory zkoušených vozidel. Naměřené hodnoty výkonů motorů jsem přepočítal dle norem, podle kterých umožňuje válcová zkušební stanice MAHA provádět korekce výkonu. Všechny tyto hodnoty jsem podrobil statistickému vyhodnocení. Následně jsem pro každé vozidlo prováděl porovnání intervalů naměřených a vypočtených hodnot výkonů motorů mezi sebou navzájem. Zajímavé bylo porovnat, jak se liší naměřené a vypočtené hodnoty výkonů motorů zkoušených vozidel od hodnot udávaných výrobcem. Naměřené hodnoty točivých momentů jsem rovněž podrobil statistickému vyhodnocení a porovnával je s hodnotami udávanými výrobcem vozidla. Pozornost jsem věnoval také vlivu korekcí norem a směrnic na naměřený nekorigovaný výkon motoru. Dále jsem porovnával, zdali mnou vypočtené hodnoty korigovaných výkonů motorů se shodují s hodnotami korigovaných výkonů získaných měřeními na válcové zkušební MAHA. Naměřené hodnoty točivých momentů jsem rovněž podrobil statistickému vyhodnocení a porovnával je s hodnotami udávanými výrobcem vozidla.

Úplné shody hodnot výkonů motoru vozidla s údaji udávanými výrobcem vozidel byly prokázány pouze u vozidla Peugeot 206 SW. U ostatních měřených vozidel došlo při porovnání výkonů ať už korigovaných či nekorigovaných s údaji výrobců vozidel k nějaké odlišnosti. V případě vozidel Ford Focus 2006 a Peugeot 1007 nebyly prokázány shody výkonů pouze při použití korekce dle normy DIN, která svou korekcí výkon motoru navýšila, u ostatních výkonů těchto vozidel byla prokázána shoda. U vozidla Hyundai i30 korekce dle směrnic ECE-R a EHS a normy ISO snížily oblast naměřeného výkonu motoru pod hodnotu udávanou výrobcem vozidla, hodnoty nekorigovaného výkonu motoru a výkonu ovlivněné korekcí dle normy DIN byly shodné s údaji výrobce. Zcela rozdílné výsledky naměřených a udávaných výkonů motorů byly zjištěny u vozidel Ford

Focus 2000 a Peugeot 206, kdy u obou vozidel byl naměřený výkon vozidla i korigované výkony vyšší, než hodnoty dle výrobce.

Pro porovnání korigovaných hodnot výkonů motorů a hodnot bez korekce jsem použil naměřené hodnoty výkonů získané měřením na zkušební stanici MAHA. Zjistil jsem navýšení nekorigovaného výkonu motoru o korekci dle normy DIN ve všech případech měření. U vozidla Ford Focus 2000 korekce dle ECE-R, EHS a ISO způsobily snížení nekorigovaného výkonu motoru. U vozidel Ford Focus 2006 a Hyundai i30 korekce dle ISO způsobila snížení naměřených výkonů a směrnice ECE-R a EHS naměřený výkon nijak neovlivnily, resp. nepatrně navýšily. Naměřené výkony všech testovaných vozidel Peugeot byly korekcemi dle ECE-R, EHS a ISO ovlivněny kladně.

Při porovnání mnou vypočtených korigovaných výkonů motorů a korigovaných výkonů získaných měřením na zkušební stanici MAHA bylo prokázáno, že se tyto hodnoty vzájemně liší jen minimálně a byla tak prokázána jejich shoda.

Všechny údaje o točivých momentech motorů zkoušených vozidel dle jejich výrobců se až na jednu výjimku shodovaly s údaji mnou naměřenými. Onou výjimkou bylo vozidlo Peugeot 206, jehož naměřená hodnota točivého momentu motoru byla nižší o více než 3 Nm oproti hodnotě udávané výrobcem vozidla.

K měření konstantní hnací síly vozidel byla také použita mnou vytvořená metodika. Ověřoval jsem, jakých rychlostí jsou schopna měřená vozidla dosáhnout při jízdě do konstantního stoupání, případně zda vůbec jsou testovaná vozidla se do předem definovaných stoupání vůbec rozjet. Nejvyšší měřené simulované stoupání 15° byla schopna vyjet pouze vozidla Hyundai a Ford s motory o zdvihovém objemu 1,6l a to rychlostí 30 km.h<sup>-1</sup>. Všechna vozidla Peugeot byla schopna vyjet pouze stoupání o sklonu 10° a to rychlostí 50 km.h<sup>-1</sup> v případě Peugeotu 206 SW a 1007 a rychlostí 30 km.h<sup>-1</sup> v případě Peugeotu 206.

Stejně jako v předešlých případech také při simulaci jízdy a jízdních cyklů jsem použil mnou vytvořenou metodiku. V tomto případě jsem ověřoval, jestli se mnou vypočtené a naměřené hodnoty výkonů motorů zkoušených vozidel při simulované jízdě po rovině shodují. Výsledkem bylo zjištění, že všechna testovaná vozidla se až na drobné odchylky ve svých teoretických a naměřených hodnotách výkonů motoru shodují.

Samotná měření jsou velice náročná z mnoha úhlů pohledu. Problémem celkově je chlazení vozidel a samotné zkušební stanice, i přesto, že jsou k dispozici ventilátory a

vzduchotechnika. Zejména ke konci měření, které probíhalo několik hodin, se zkušební stanice a některé vozidla začínala přehřívat. Proto bylo nutné testování na krátkou dobu přerušit, aby došlo k ochlazení a nebyly tak zkresleny výsledky měření. Při testování dochází také ke zvýšenému opotřebení pneumatik vozidel vlivem tření o zkušební válce zkušebny. Měření je také náročné na spotřebu pohonných hmot, protože testování je prováděno při vysokých zatíženích motoru vozidel. Pro zajímavost průměrná spotřeba paliva při testování vozidel se pohybuje okolo 15 litrů na 100 km, přičemž při provedení všech měření najede každé vozidlo na zkušebních válcích vzdálenost okolo 80 km.

## 7. Seznam použité literatury

- [1] Návod k obsluze, *Válcová zkušební stanice funkcí a výkonu LPS 2000*, MAHA Consulting s.r.o., 1. vyd., 1996, 64s
- [2] Matějka, R. *Vozidla silniční dopravy I*. Bratislava: Alfa Bratislava, 1990. ISBN 80-05-00392-7
- [3] Famfulík, Jan: *Osobní sdělení*. VŠB – TU Ostrava [cit. 2010-05-07]
- [4] STODOLA, Jiří. *Diagnostika motorových vozidel*, Vysoké učení technické v Brně, Brno 2003, 288s
- [5] DIN 70020. *Teil 3 Kraftfahrzeugbau*. 1986
- [6] ECE-R 85. *Uniform provisions concerting the approval of internal combustion engines intended for the propulsion of motor vehicles of categories M and N with regard to the measurement of the net power*. 1991
- [7] 80/1269/EHS. *SMĚRNICE RADY o sblížování právních předpisů členských států týkajících se výkonu motorů motorových vozidel*. 1999
- [8] STN ISO 1585. *Cestné vozidlá, Metoda skúšania motora, Čistý výkon*. 1992

## **8. Seznam příloh**

PŘÍLOHA A	Kalibrační list válcové zkušebny MAHA LPS 2000
PŘÍLOHA B	Výkonové charakteristiky měřených vozidel
PŘÍLOHA C	Naměřené údaje o výkonu vozidel